

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA AERONAUTICA



INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN DEL TALLER DE MOTORES RECÍPROCOS PARA
OPTIMIZAR LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA OMA-013 DE LA MARINA DE
GUERRA DEL PERÚ”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONÁUTICO

PRESENTADO POR:

NELSON VALVERDE GUEVARA

BACHILLER EN INGENIERIA AERONAUTICA

ASESOR:

ING. ANTONIO DAVID MEJIA REGALADO

LIMA – PERU

2017

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado a mis padres, hermanos, familia y al amor de mi vida, quienes siempre me comprendieron y apoyaron en mis momentos de flaqueza y me dieron su apoyo total para alcanzar las metas que me he trazado en la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la oportunidad de darme un día más de luz y deseo brindar mi agradecimiento a la Marina de Guerra del Perú, a la Fuerza de Aviación Naval, al personal militar y amigos, que en todo momento me brindaron su apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

A mi familia, a mi madre Guillermina y a mi señorita enamorada Yohana, por ser personas importante en mi vida, que me impulsaron y motivaron para realizar mis metas, y al asesor por su apoyo desde el inicio del proyecto, a mi primer Comandante del Servicio de Mantenimiento Aeronaval Oscar Montezuma Pasos por su apoyo en la construcción del taller y la información brindada.

RESUMEN

El Informe de Suficiencia Profesional trata sobre la ampliación de capacidades de la Organización de Mantenimiento Aprobada OMA-013 Marina de Guerra del Perú, mediante el potenciamiento del taller de motores recíprocos, toda vez que la OMA-013 tiene autorización de la Dirección General de Aviación Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones DGAC-MTC, para realizar actividades de mantenimiento en determinados modelos de aeronaves y componentes; particularmente sobre el tema de motores, tiene autorización para ejecutar mantenimiento de tres tipos de motores de turbina de gas, que se emplean en aeronaves de la Fuerza de Aviación Naval, sin embargo no tiene autorización para la ejecución de trabajos en motores recíprocos, a pesar que como institución del Estado lo viene realizando hace décadas con elevados niveles de seguridad y experiencia adquirida.

En el Capítulo 1, se presenta el planteamiento del problema de la implementación de un taller de motores recíprocos en la OMA 13, mencionando antecedentes y experiencias de otros usuarios en el tema.

En el Capítulo 2, se presenta una descripción del motor recíproco, sus componentes, la regulación aérea correspondiente y las especificaciones del motor que se emplea en las aeronaves.

En el Capítulo 3, se muestra la metodología aplicada mediante las variables e indicadores empleados, así como las alternativas de solución al problema.

En el Capítulo 4, se realiza un análisis y presentación de los resultados obtenidos con la finalidad de presentar la mejor opción al problema presentado.

En tal sentido, el objetivo del trabajo propone incrementar la lista de capacidades de la OMA-013 mediante una adecuada distribución del taller de motores recíprocos, determinar las listas de inspección de mantenimiento, herramientas y equipos especiales que

recomienda el fabricante del tipo de motores que actualmente opera en la Fuerza de Aviación Naval de la Marina de Guerra del Perú.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad analizar el estado del Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013, su problemática actual respecto a sus habilitaciones aprobadas (capacidades) y plantear alternativas de solución que le permitan en el corto plazo mejorar la oferta orientado principalmente a satisfacer la demanda de las aeronaves de la Fuerza de Aviación naval y en el mediano plazo, la viabilidad para que este taller de reparaciones mayores ingrese con un alto nivel de competitividad a ofrecer sus servicios al mercado del parque Aeronáutico Nacional e Internacional.

El mantenimiento aeronáutico exige que el usuario siga estrictamente las indicaciones suministradas por el fabricante de motores, en cuanto a capacitación y certificación del personal especialista, ambiente adecuado para ejecutar los trabajos, equipos especiales y herramientas para las actividades programadas, así como manuales y documentos técnicos que constituyen la guía a seguir en la realización de los trabajos en los tiempos establecidos, lo cual permita condiciones óptimas de aeronavegabilidad.

Las actividades mencionadas anteriormente no son aisladas, adicionalmente se someten a supervisión periódica de un ente rector que vigila el cumplimiento de las normas técnicas en provecho de la seguridad aeronáutica.

De lo mencionado anteriormente, cabe mencionar que la Fuerza de Aviación Naval es el usuario y que para el cumplimiento de sus funciones requiere estar dotado de recursos humanos calificados, así como de herramientas, equipos y documentación técnica, todo ello debidamente supervisado por la Dirección General de Aviación Civil - DGAC, para tal efecto, la mencionada Institución dispone de una Organización de Mantenimiento Aprobada, denominada OMA - 013 Marina de Guerra del Perú.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
INTRODUCCION.....	VI
INDICE	VII
CAPITULO 1	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1 Identificación o denominación del problema.....	1
1.2 Situación problemática o área de problema.....	1
1.2.1 Descripción de hechos específicos del problema.....	3
1.3 Formulación del problema	9
1.3.1 Problema general.....	9
1.3.2 Problemas específicos	9
1.4 Justificación e importancia.....	9
1.5 Limitaciones.....	10
1.6 Antecedentes de la investigación.....	10
1.7 Objetivos	13
1.7.1 Objetivo General	13
1.7.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPITULO 2	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 Base Teórica	14
2.1.1 El ciclo de Otto.....	15
2.1.2 Motores recíprocos de uso aeronáutico	17
2.1.3 Componentes y Sistemas de los motores recíprocos aeronáuticos.....	18
2.1.3.1 Cilindro	18
2.1.3.2 Carter.....	21
2.1.3.3 Cigüeñal.....	23
2.1.3.3.1 La nitruración	23
2.1.3.3.2 Contrapesos del eje cigüeñal.....	24
2.1.3.4 Pistón o émbolo	25
2.1.3.5 Biela.....	25
2.1.3.6 Sumidero de aceite	26

2.1.3.7 Caja de accesorios	26
2.1.3.8 Mecanismo de Operación de las Válvulas	27
2.1.3.9 Conjunto de válvulas	28
2.1.3.10 Sistema de enfriamiento	29
2.1.3.11 Inducción de Aire	29
2.1.3.12 Sistema de alimentación de combustible	31
2.1.3.13 Bomba mecánica	32
2.1.3.14 El servo inyector de combustible	33
2.1.3.15 Distribución de flujo de combustible	34
2.1.3.16 Inyectores de combustible	35
2.1.3.17 Sistema de Lubricación	36
2.1.3.18 Sistema de encendido	36
2.1.3.18.1 Magnetos de impulso	37
2.1.3.18.2 Arnéses de encendido	37
2.1.3.19 Conjunto de bujías	38
2.1.4 RAP 145 Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas	40
2.1.5 Especificaciones Técnicas del motor Lycoming	43
2.1.5.1 Motor Lycoming HIO-360-F1AD	43
2.1.5.2 Especificaciones Técnicas	46
2.1.5.2.1 Peso seco estándar del motor	46
2.1.6 Inspecciones Periódicas y costos de mantenimiento del motor HIO360-F1AD...	50
2.2 Definición de términos	51
CAPITULO 3	54
MARCO METODOLÓGICO Y SOLUCION DEL PROBLEMA	54
3.1 Formulación de la hipótesis	54
3.1.1 Hipótesis General	54
3.1.2 Hipótesis Secundarias	54
3.2 Metodología	56
3.2.1 Tipo de estudio	56
3.2.2 Diseño de investigación	56
3.2.3 Método de investigación	56
3.3 Análisis Situacional	57
3.4 Alternativas de solución	61
3.5 Solución del problema	62
3.5.1 Infraestructura	62

3.5.1.1 Descripción general del Servicio de Mantenimiento Aeronaval.	62
3.5.1.1.1 Hangar N°. 1:.....	63
3.5.1.1.2 Hangar N°. 2:.....	65
3.5.1.1.3 Servicio de Ingeniería Electrónica:.....	67
3.5.1.1.4 Descripción de Instalaciones	67
3.5.1.1.5 Servicio de Ingeniería Mecánica:	69
3.5.1.1.6 Servicio de Ingeniería Electrónica:.....	69
3.5.2 Herramientas y equipos.....	70
3.5.3 Capacitación, manuales y documentos técnicos	73
CAPÍTULO 4	75
ANÁLISIS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	75
4.1 Análisis de resultados	75
4.2 Presupuesto y costos	76
4.3 CUADROS DEMOSTRATIVOS DE COSTOS E INVERSION DEL PROYECTO	77
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	
ANEXO 01: Proceso de Certificación para la lista de capacidades	
ANEXO 02: Autorización OMA-013	
ANEXO 03: RAP 145 Circular de asesoramiento Capítulos A, B, D y el Apéndice D y F	
ANEXO 04: Listas de Inspecciones Periódicas, sistemáticas y costos de Mantenimiento de 50, 100 y 200 horas	
ANEXO 05: Lista y costos de las herramientas especiales del motor recomendados por el fabricante	
ANEXO 06: Proceso de desmontaje y montaje de los motores Lycoming.	
ANEXO 07: Certificado Tipo No. 1E10 Administración Federal de Aviación F.A.A	
ANEXO 08: Testing of Powerplants After Overhaul F.A.A	
ANEXO 09: Descripción y Costo del Banco de prueba del motor Lycoming.	
ANEXO 10: Servicio de Overhaul de motor y de componentes mayores	
ANEXO 11: Esquema de distribución del taller de motores recíprocos	

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de habilitaciones de la OMA - 013

Tabla 2: Cuadro de ingresos estimado en medio año

Tabla 3: Cuadro de matriz de correlación

Tabla 4: Cuadro de pareto

Tabla 5: Cuadro de diagrama de pareto

Tabla 6: Tipos de cilindros

Tabla 7: Tipos de bujías

Tabla 8: Tablas de especificaciones técnicas del motor

Tabla 9: Modelos y masa del motor

Tabla 10: Pedido de requerimiento del Overhaul

Tabla11: Relación de equipos apoyo en tierra

Tabla 12: Presupuesto de herramientas comunes

Tabla 13: Banco de trabajo para Overhaul de motores

Tabla 14: Manual y documentos requeridos

Índice de Figuras

Figura 1: Vista panorámica de la base aeronaval del callao

Figura 2: Ishikawa, Diagrama de causa – efecto del problema

Figura 3: Motor recíproco aeronáutico de seis cilindros

Figura 4: Ciclo de los motores de cuatro tiempos

Figura 5: Ciclo teórico y real de los motores de cuatro tiempos

Figura 6: Motor recíproco aeronáutico con hélice

Figura 7: Helicóptero que emplea motor recíproco aeronáutico

Figura 8: Cilindro que se emplea en el motor recíproco aeronáutico

Figura 9: Desmontaje del barril y válvula del cilindro

Figura 10: Cilindro que se emplea en el motor recíproco Lycoming

Figura 11: Carter lado de accesorios

Figura 12: Carter lado derecho e izquierdo del motor

Figura 13: El eje Cigüeñal

Figura 14: medición de la flexión del eje cigüeñal

Figura 15: Esquema y ubicación de los contrapesos

Figura 16: Esquema del pistón o embolo y sus partes

Figura 17: Conjunto de biela y cojinetes

Figura 18: Esquema del sumidero y sus partes

Figura 19: Parte frontal de la caja de accesorios

Figura 20: mecanismo de operaciones de las válvulas

Figura 21: Funcionamiento de la válvulas admisión y escape

Figura 22: composición y tipos de válvulas del motor

Figura 23: Sistema de enfriamiento del motor

Figura 24: Sistema de inducción de aire al servo inyector

Figura 25: Componentes del sistema de inducción

Figura 26: Esquema del sistema de combustible

Figura 27: Ubicación e instalación de la bomba de combustible

Figura 28: Esquema de inyección de combustible

Figura 29: Servo inyector de combustible

Figura 30: Divisor de flujo de combustible

Figura 31: inyectores de combustible

Figura 32: Sistema de lubricación

Figura 33 Magneto de impulso

Figura 34: Distribución del sistema de encendido del motor

Figura 35: Conjunto de harnesses y bujías

Figura 36: Bujía de encendido

Figura 37: Secuencia para la automatización de la lista de capacidades

Figura 38: permiso de operación de la lista de capacidades

Figura 39: Motor reciproco Lycoming opuesto de 4 cilindros

Figura 40: Perfil del Motor Lycoming

Figura 41: Vista frontal del Hangar N° 1 de la OMA-013

Figura 42: Distribución de áreas de trabajo del Hangar N° 1 de la OMA-013

Figura 43: Vista frontal del Hangar N°2 OMA-013

Figura 44: Distribución de áreas de trabajo del Hangar N° 2de la OMA-013

Figura 45: Panel de herramientas comunes en la OMA-013

CAPITULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Identificación o denominación del problema.

El estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao durante los años 2014 – 2016

La Marina de Guerra del Perú dispone en su organización de una Fuerza de Aviación Naval, el mismo que cuenta con el Servicio de Mantenimiento Aeronaval cuyo personal e infraestructura tiene la capacidad para realizar trabajos de mantenimiento en su flota de aeronaves y dispone autorización y calificación respectiva de la Dirección General de Aviación Civil – DGAC, con la denominación de Organización de Mantenimiento Aprobada OMA-013.

1.2 Situación problemática o área de problema.

Mediante Resolución de la Comandancia General de la Marina N°. 0741-90-CGMG de fecha 13 de Junio 1990, se autoriza a la Fuerza de Aviación Naval a prestar servicios de Reparación y Mantenimiento Aeronáutico a empresas particulares a través del Servicio de Mantenimiento Aeronaval el cual tiene la capacidad para realizar mantenimiento, alteración de estructura de aeronave, motor de aeronave, hélice, de acuerdo a las habilitaciones otorgadas por la Dirección General de Aeronáutica Civil del Perú (DGAC). Con la denominación de Organización de Mantenimiento Aprobada OMA-013.



Figura 1: Vista panorámica de la base aeronaval del callao

Fuente: Archivo fotográfico de la base aeronaval

La OMA-013 del Servicio de Mantenimiento Aeronaval cuenta con áreas de mantenimiento, evaluación y reparación de aeronaves aprobados por la DGAC con un plan de trabajo reactivo, sin embargo no cuenta con un taller de Motores Recíprocos aprobado por la DGAC, toda vez que dichos motores se emplean en helicópteros y aviones que se utilizan en tareas de instrucción y entrenamiento. Al no disponer de un taller de mantenimiento autorizado, no se contaría con una mejora continua y progreso institucional en el área de los motores recíprocos, a pesar que se dispone de personal técnico calificado, infraestructura, herramientas, equipos y amplia experiencia.

Tabla 1: Cuadro de habilitaciones de la OMA - 013

HABILITACIONES OTORGADAS POR LA DGAC AL OMA-13			
Habilitación	Fabricante	Modelo	Capacidad
Motores Clase 2	PRATT & WITHNEY	PT6 A y T	Cambio de Motor, Rotor y Accesorios, Inspección de la Sección Caliente (HSI) y Mantenimiento pesado.

Fuente: Elaboración propia

El proyecto del taller reúne las condiciones de trabajo tanto para el ámbito civil como militar por su capacidad y profesionalismo, motivo por el cual se determinó realizar un estudio para implementar la lista de capacidades de acuerdo a lo establecido por la DGAC a través de la RAP 145 en relación a la Marina de Guerra del Perú. Desde el año 1950-60 con la adquisición de las primera aeronaves GRUMMAN US2A – TRACKER y la aeronave DOUGLAS C-47 SKYTRAIN, y en el tiempo con la adquisición de la aeronave BEECHCRAFT T-34 A, con motores alternativos, la fuerza de Aviación Naval fue y es considerada unas de las fuerzas con mayor índice de seguridad en el ámbito marítimo y aéreo en todo nuestro litoral peruano.

La Aviación Naval cuenta con un taller de motores recíprocos **no autorizado** por la **DGAC** ubicado en el Servicio de Mantenimiento Aeronaval con una infraestructura con limitaciones para atender la demanda actual, motivo por el cual, en el año 2014 se comenzó a mejorar el nuevo taller de motores recíprocos sin embargo dichos esfuerzos no son significativos porque no satisfacen al requerimiento de los escuadrones usuarios. La demanda actualmente comprende de una flota de 5 aeronaves, integrada por 4 Helicópteros ENSTROM F-28 y 1 CESSNA 206, la cual es atendida en todas las operaciones de mantenimiento en trabajos de primer y segundo nivel respetando la política de seguridad y la normativa especificada en los manuales de mantenimiento del fabricante.

1.2.1 Descripción de hechos específicos del problema.

El Organismo de mantenimiento Aprobada OMA-013 es una de las más sólidas del mercado peruano, sin duda es símbolo de calidad y está bien posicionada en la mente del consumidor, dentro del segmento Aeronáutico sin embargo la capacidad instalada en el OMA-013 con más de 19 años de antigüedad no ha sido modernizada debido principalmente, a la situación económica por la que atravesó el país, contribuyendo este factor a su estancamiento. Esta capacidad se encuentra relegada con relación a la evolución tecnológica de la aviación moderna situación que no permite actualmente satisfacer a cabalidad con los requerimientos de nuestras Unidades Aeronavales y atender a la demanda de empresas particulares, aspecto que ha condicionado progresivamente a la Institución a depender en mayor grado de la industria aeronáutica nacional y extranjera para el mantenimiento y reparación Overhaul de los componentes, lo que ha demandado altos costos a la Institución.

El OMA-013 en los últimos años muestra un decrecimiento en sus ventas ya que ha pasado de S/. 450,919 en el 2014 hasta los S/. 398,673 en el 2016, sin embargo no ha logrado captar al máximo el mercado de esta industria.

**Ventas del Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 2014 -
2015 – 2016**

	OMA-013 semestral	% Variación OMA-013
2014	S/. 450,919	-----
2015	S/. 432,733	4.03%
2016	S/. 398,673	7.80%

Tabla2: Cuadro de ingresos estimado en medio año

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en las variaciones de las ventas entre el 2014 y el 2016 que el Organismo de Mantenimiento aprobado OMA-13 ha disminuido considerablemente, las capacidades autorizadas por la DGAC las cuales no se han incrementado por más de 19 años siendo la infraestructura la que se ha visto más comprometida por la depreciación de los equipos la falta de tecnología actual y a esto se suma el alto índice del personal especialista sin licencia DGAC por lo cual se evidencia un serio problema.

Con la finalidad de determinar las causas y efectos del problema se elabora el diagrama de ISHIKAWA.

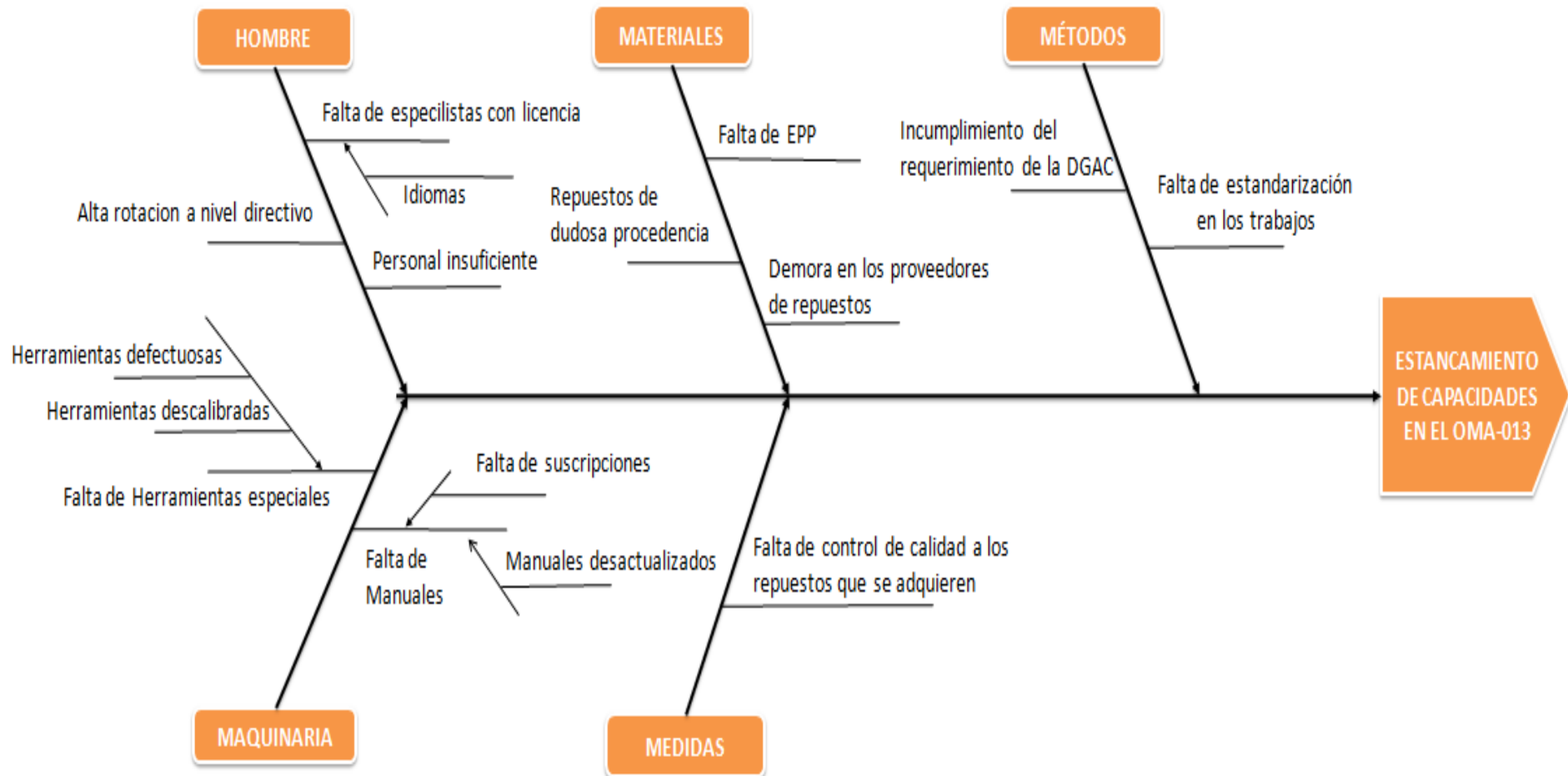


Figura 2: Ishikawa, Diagrama de causa – efecto del problema

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE CORRELACION

	MATRIZ DE CORRELACION		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Puntaje	% Ponderado
P1	Alta rotacion a nivel directivo	P1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	22%
P2	Falta de especialistas con licencia	P2	0		1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	7%
P3	Personal insuficiente	P3	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	1	2%
P4	Falta de EPP	P4	0	0	0		0	0	1	0	0	0	0	1	2%
P5	Repuestos de dudosa procedencia	P5	0	0	0	0		0	1	0	1	0	0	2	4%
P6	Demora en los proveedores de repuestos	P6	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	1	2%
P7	Incumplimiento del requerimiento de la DGAC	P7	1	1	1	1	1	0		1	1	1	1	9	20%
P8	Falta de estandarización en los trabajos	P8	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1	2	4%
P9	Falta de control de calidad a los repuestos que se adquieren	P9	0	0	0	0	1	0	1	0		0	0	2	4%
P10	Falta de Manuales	P10	1	1	0	0	1	0	1	1	1		1	7	16%
P11	Falta de Herramientas especiales	P11	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1		7	16%
														45	100%

Alta rotacion a nivel directivo	10
Incumplimiento del requerimiento de la DGAC	9
Falta de Herramientas especiales	7
Falta de Manuales	7
Falta de especialistas con licencia	3
Falta de estandarización en los trabajos	2
Repuestos de dudosa procedencia	2
Falta de control de calidad a los repuestos que se adquieren	2
Personal insuficiente	1
Falta de EPP	1
Demora en los proveedores de repuestos	1

Tabla 3: Cuadro de MATRIZ DE CORRELACION

Fuente: Elaboración propia

CUADRO DE PARETO

CAUSAS	RELEVANCIA	PORCENTAJE ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA	80-20
Alta rotacion a nivel directivo	10	20%	9	80%
Incumplimiento del requerimiento de la DGAC	9	41%	18	80%
Falta de Herramientas especiales	7	57%	25	80%
Falta de Manuales	7	73%	32	80%
Falta de especilistas con licencia	3	80%	35	80%
Falta de estandarización en los trabajos	2	84%	37	80%
Repuestos de dudosa procedencia	2	89%	39	80%
Falta de control de calidad a los repuestos que se adquieren	2	93%	41	80%
Personal insuficiente	1	95%	42	80%
Falta de EPP	1	98%	43	80%
Demora en los proveedores de repuestos	1	100%	44	80%

Tabla 4: Cuadro de PARETO

Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE PARETO

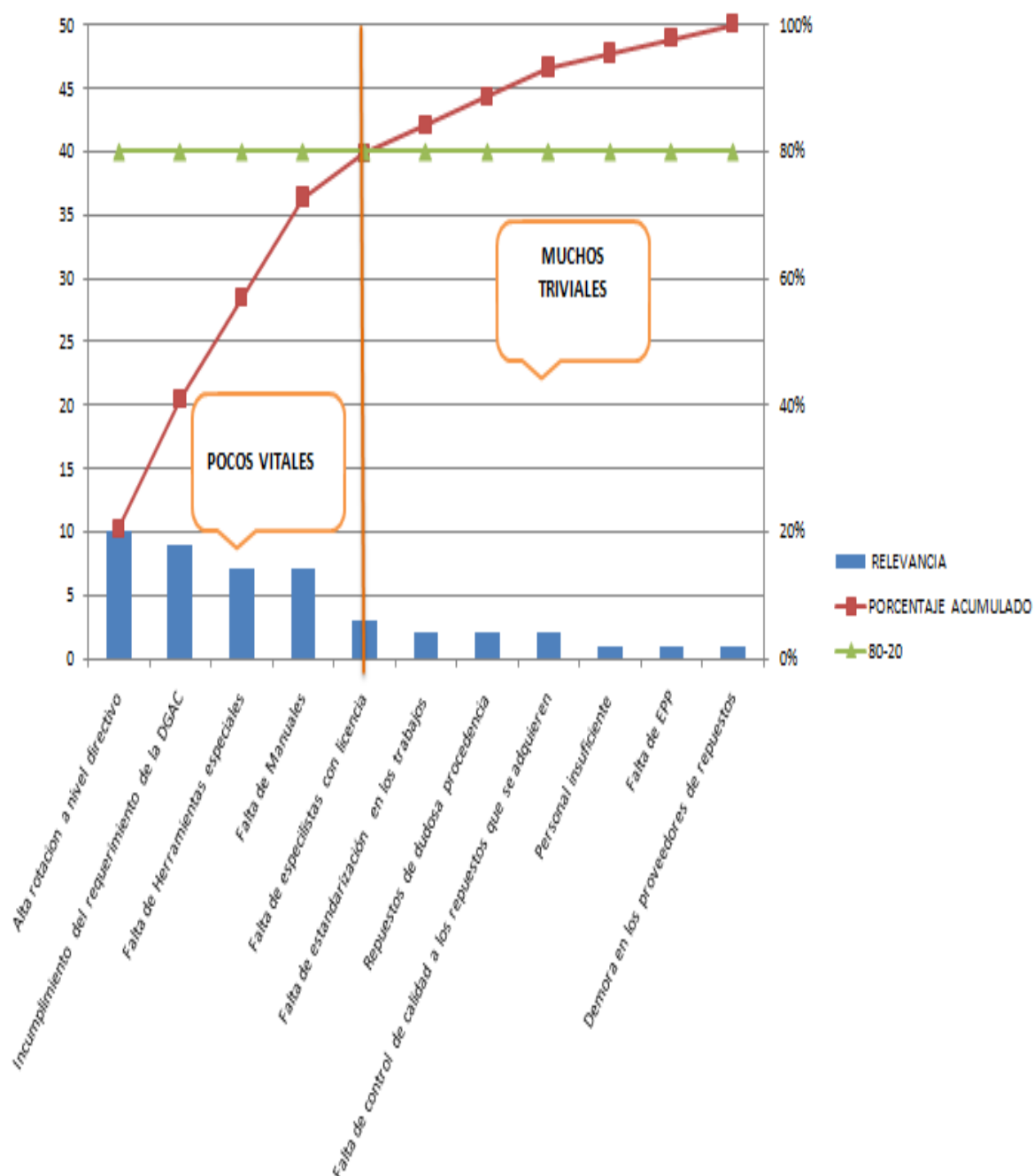


Tabla 5: Cuadro de DIAGRAMA DE PARETO

Fuente: Elaboración propia

1.3 **Formulación del problema**

1.3.1 **Problema general**

¿Qué factores estarán ocasionando el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao durante los años 2014 – 2016?

Delimitación de tiempo (DEL T).- La investigación está realizada entre el año 2014 y el año 2016.

Delimitación de lugar (DEL L).- El área geográfica donde se desarrolla la investigación se encuentra ubicado en la Zona Aero comercial del aeropuerto Jorge Chávez del Callao en las instalaciones de la fuerza de Aviación Naval.

¿Qué factores estarán ocasionando el estancamiento de las capacidades
VI R VD en el Organismo de
Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de
DEL LAviación Naval del Callao durante los años 2014 - 2016?
DEL L DEL T

1.3.2 **Problemas específicos**

1.3.2.1 ¿Cómo acceder y recopilar información para su uso en la ampliación de la lista de capacidades?

1.3.2.2 ¿Cómo y dónde capacitar al personal especialista en motores?

1.3.2.3 ¿Cómo acceder a los manuales de mantenimiento, boletines técnicos, directivas de aeronavegabilidad y publicaciones técnicas de los motores recíprocos?

1.4 **Justificación e importancia**

La Organización de Mantenimiento Aprobada OMA - 013 del Servicio de Mantenimiento Aeronaval requiere disponer de un Taller de motores recíprocos habilitado, lo que permitirá garantizar las actividades de mantenimiento programadas en las aeronaves de la Marina de Guerra del Perú y a la vez tener la posibilidad de proporcionar servicios a otras empresas.

La implementación del mencionado taller de motores recíprocos incrementaría las capacidades de la Organización de Mantenimiento Aprobada OMA – 013, lo que permitiría mejorar la infraestructura, disminuir los tiempos de reparación, optimizar la programación anual de mantenimiento, proporcionar capacitación al personal técnico, generar recursos directamente recaudados y mejorar la calidad del servicio brindado.

1.5 Limitaciones

- 1.5.1** Reducida información de documentación técnica.
- 1.5.2** Carencia de recursos económicos para el desarrollo de la ampliación de la lista de capacidades.
- 1.5.3** Tiempo limitado para el estudio de campo e investigación del tema.
- 1.5.4** Bajo presupuesto disponible.
- 1.5.5** Carencia de personal especializado y calificado.
- 1.5.6** Equipamiento moderno sólo en un 25%.
- 1.5.7** Limitación en las licencias DGAC del personal especialista.

1.6 Antecedentes de la investigación

- 1.6.1** **Belinda Joana Villanueva Comunidad, “Motores de Combustión Interna Alternativos de uso Aeronáutico”, tesis para obtener título de Ingeniero Aeronáutico del Instituto Politécnico Nacional, México, 2011;** realizó una descripción sobre la teoría y clasificación de los motores alternativos que se emplean en aviación, los componentes, especificaciones y análisis termodinámico según el ciclo de trabajo Otto que se emplea en los motores de cuatro tiempos, así mismo se hace mención a los sistemas que posee el motor, tales como el arranque, el encendido, la alimentación de combustible, la lubricación, la distribución y el enfriamiento mediante una descripción de los componentes de los mencionados sistemas y la realización de los cálculos requeridos en sus principales parámetros, además hace mención a las actividades de mantenimiento y reparación a la que es sometido un motor durante su explotación, de acuerdo a las indicaciones proporcionadas por el

fabricante, con destino a los usuarios. Concluye con una reseña histórica de los motores alternativos indicando su importancia y uso aeronáutico.

1.6.2 TC2 FAP Sais Cárdenas, Lorenzo Martín. Proyecto de Investigación Tecnológica “Proceso de reparación de motores recíprocos Lycoming y su relación con la calidad educativa de los alumnos de tercer año de la Especialidad de Mantenimiento de Motor, Hélices y Unidades de Potencia Auxiliar de Aeronaves del Instituto Aeronáutico de la FAP” Distrito de Surco-2016 Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Aeronáutico SO Maestro de 2da FAP “Manuel Polo Jiménez”, 2 016.

Menciona que el proyecto de investigación está dirigido a los estudiantes de la especialidad de mantenimiento de motores, hélices y Unidades de Potencia Auxiliar, hace uso de Diagramas de Operación de Procesos (DOP's), Diagramas de análisis de Procesos (DAP's), describe las actividades y operaciones que realiza el personal aerotécnico en las instalaciones del Servicio de Mantenimiento (SEMAN), con los accesorios, componentes y partes a la que es sometido el motor recíproco durante su proceso de Reparación Mayor en el Nivel Arsenal, realizó un análisis del grado de conocimiento y dominio de los principios fundamentales de la unidad didáctica denominada “Proceso de Reparación de Motores Recíprocos” en el nivel arsenal de los alumnos de tercer año de la especialidad de Mantenimiento de Motores del Instituto de Educación Superior Tecnológico Aeronáutico, introduciéndose el uso de herramientas de ingeniería como son Diagramas de Operaciones de Proceso (DOP) y Diagramas de Análisis de Procesos (DAP) que grafican las variadas operaciones que tienen lugar en una actividad determinada. Asimismo menciona que el proyecto tiene como objetivo aportar metodológicamente a la calidad educativa, dirigido a los especialistas de motores en proceso de formación académica, durante su permanencia a fin de dar cumplimiento a la misión del Instituto de Educación Superior Tecnológico Aeronáutico “Suboficial Maestro de Segunda FAP Manuel Polo Jiménez”. Propone que el trabajo de investigación sea evaluado, analizado y adaptado acorde a las nuevas tendencias, a fin de ser introducida en el Plan de Estudio de la Carrera de Mantenimiento de Motores, Hélices y Unidades de Potencia Auxiliar, Plan Anual de Estudios (PAE) y la adecuación en el sílabo de la

Unidad Didáctica correspondiente que contribuirá en la mejora de la calidad educativa del estudiante de este Instituto Aerotécnico.

1.6.3 Jorge Filipe Almeida Barros “Cuidados con el motor de pistón”, www.ara.il.ar, Revista AeroMagazine N°23 Marzo-Abril 2 012, Argentina, menciona que según estadísticas del Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos del 2 011, hubo una alta incidencia de fallas de motores, basado en vibraciones excesivas, funcionamiento irregular, fallas ocasionales y el color del escape. Hace mención a los altos niveles de fricción que existen en el motor, lo cual puede causar desgaste y vibraciones que son perjudiciales para el funcionamiento óptimo del motor. Indica que el dimensionamiento del cigüeñal y árbol de levas están dimensionados para resistir aproximadamente 2000 horas de operación, pero que puede disminuir si no se siguen las indicaciones del fabricante.

Como los residuos de carbón se combinan con la humedad del aire, se producen ácidos que corroen al motor, se previene manteniendo el aceite libre de humedad, por lo que se debe evitar la inactividad, Lycoming orienta a sus clientes para que vuelen una hora por mes y Continental una hora por semana, con cambios de aceite cada cuatro meses.

Explica que el mayor desgaste se concentra en la cabeza de los cilindros, donde ocurren sucesivas explosiones que generan la expansión de los gases y el movimiento de los pistones, por ejemplo si un motor gira a 2 700 rpm, durante 2 000 horas de funcionamiento, habrá sufrido 162 millones de explosiones internas. Estos impactos mecánicos provocan fatiga del material por elevación extrema de la temperatura puede causar daños al motor, tal es el caso de las válvulas, particularmente la de escape, que se deforma en la superficie de contacto y pierde asentamiento, lo cual impide la retención de la mezcla aire-combustible durante la compresión, los gases escapan al exterior y las explosiones se debilitan.

Finalmente sugiere que las tripulaciones sigan las indicaciones de los manuales del fabricante y la necesidad de que las aeronaves dispongan de sensores de temperatura para evitar averías.

Concluye manifestando que el conocimiento del funcionamiento y de las técnicas de operación de los motores aeronáuticos debe ser de interés de los usuarios de operaciones aéreas, siendo una buena inversión para la productividad y seguridad.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Precisar o determinar cuál es el factor o causa que está ocasionando el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao durante los años 2014 – 2016

1.7.2 Objetivos Específicos

Determinar en qué proporción la inadecuada atención al cliente interno externo a originado el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013

Determinar si la calidad de los servicios ha influenciado el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013

Determinar cuál es el comportamiento de compra de las empresas consumen de servicios de mantenimiento de motores recíprocos.

Identificar el mercado objetivo de las empresas consumen de servicios de mantenimiento de motores recíprocos.

Determinar en la magnitud de las limitaciones en el programa de capacitación orientado al proyecto ha contribuido al estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Base Teórica

Un **motor aeronáutico** o **motor de aviación** es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje.

Los motores de aviación se dividen en dos clases: motores recíprocos (o de pistón) y de reacción (donde se incluyen las turbinas). Recientemente y gracias al desarrollo de la NASA y otras entidades, se ha comenzado también la producción de motores eléctricos para aeronaves que funcionen con energía solar.

De la clasificación mostrada, se desarrollará lo relacionado al motor recíproco (de pistón) que se emplea en aviones y helicópteros actualmente.



Figura 3: Motor recíproco aeronáutico de seis cilindros

Fuente: www.Teledynecontinental.com

2.1.1 El ciclo de Otto

El principio de funcionamiento considera el desplazamiento de un pistón en el cilindro en cuatro fases o etapas conocidas como el Ciclo Otto, que son: admisión, compresión, explosión-expansión y escape. En el primer tiempo o fase, la mezcla aire-combustible ingresa al cilindro mientras el pistón se encuentra en carrera descendente, en el segundo tiempo, la mezcla en mención es comprimida, mientras el pistón se encuentra en carrera ascendente, aumentando los parámetros de presión y temperatura; antes de que el pistón llegue al punto muerto superior, la bujía produce una descarga que inflama la mezcla, transformando la energía química en energía mecánica y generando una fuerza de presión de los gases que impulsa al pistón en carrera descendente y expandiendo los gases que se encuentran en el cilindro, para que finalmente durante la carrera ascendente del pistón, se eliminen los gases quemados al exterior durante el tiempo o fase de escape. De los cuatro tiempos o fases que componen el ciclo, solo efectúa trabajo útil el tercer tiempo denominado de expansión o explosión.

Asimismo es importante hacer mención que el Ciclo de cuatro tiempos se realiza durante dos vueltas del cigüeñal, es decir en 720° , por lo que cada tiempo o fase mencionado tiene una duración de 180° .

También se considera importante mencionar que el Ciclo teórico posee un diagrama indicado ideal, sin embargo debido a las pérdidas de calor, el intercambio de las válvulas, la combustión no instantánea y el rozamiento, se obtiene un Ciclo real, tal como se muestra en la figura Nro. 3, donde la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape tiene cierto adelanto y retraso respecto al giro del cigüeñal, con la finalidad de obtener un funcionamiento fiable, sin vibraciones para optimizar la vida útil del motor.

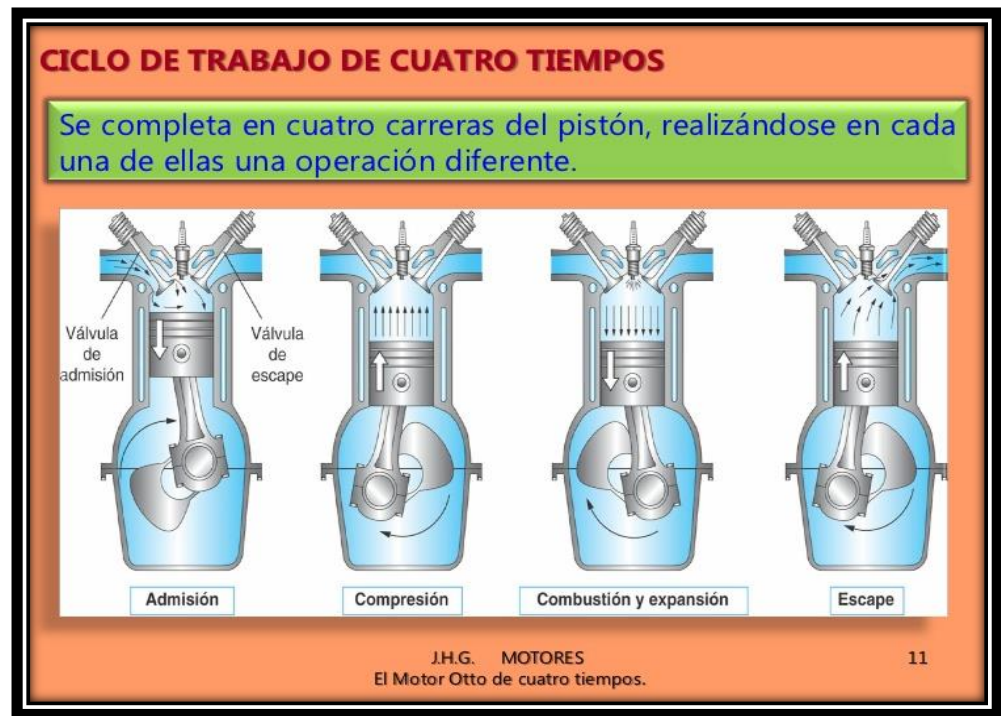


Figura 4: Ciclo de los motores de cuatro tiempos

Fuente: www.slideshare.com

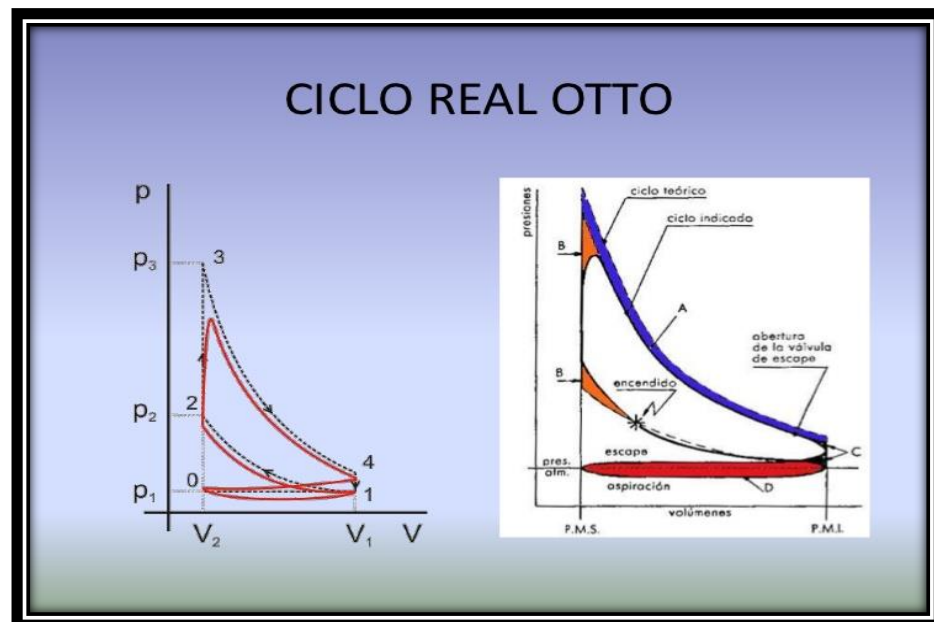


Figura 5: Ciclo teórico y real de los motores de cuatro tiempos

Fuente: www.slideshare.com

2.1.2 Motores recíprocos de uso aeronáutico

La aviación como la conocemos comenzó gracias a la propulsión de aeronaves mediante motores de cilindros y pistones, también llamados motores alternativos. Los motores permitieron una propulsión de trabajo constante, operados principalmente por gasolina. Debido a la rudimentaria tecnología de finales del Siglo XIX, puede atribuirse en parte al desarrollo de los motores el que a comienzos del Siglo XX el vuelo propulsado fuera posible. Por ejemplo, el motor que usó el Flyer III de los hermanos Wright hecho con la ayuda del mecánico Charles Taylor, fue un gran éxito debido a su excelente relación peso a potencia, ya que era un motor con un peso de 170libras que producía una potencia de 12 CV a 1.025 RPM.

Durante casi un siglo se han empleado modelos con disposición de los cilindros en línea, en V, rotativos, radiales y de cilindros opuestos siendo estos últimos los que mejores resultados han ofrecido a los aviones y helicópteros.



Figura 6: Motor recíproco aeronáutico con hélice

Fuente: www.Lycoming.com



Figura 7: Helicóptero que emplea motor recíproco aeronáutico

Fuente: Marina de Guerra del Perú

2.1.3 Componentes y Sistemas de los motores recíprocos aeronáuticos

Entre Los componentes y sistemas que se emplean con mayor frecuencia en los motores recíprocos aeronáuticos se pueden mencionar los siguientes

2.1.3.1 Cilindro

Es el volumen por donde recorre el pistón en la carrera ascendente y descendente entre los denominados punto muerto superior y punto muerto inferior. Comprende un volumen total que comprende el volumen útil y el volumen de compresión. Los cilindros son de construcción convencional enfriados por aire con dos partes principales, cabeza y barril, las cabezas son fabricadas de una pieza fundida de aleación de aluminio con una cámara de combustión integral.



Figura 8: Cilindro que se emplea en el motor recíproco aeronáutico

Fuente: www.Lycoming.com

Los soportes de las bocinas del eje del balancín son piezas integrales de la cabeza, formando la caja de los balancines para ambas válvulas. Los barriles del cilindro, que están frezados de piezas forjadas de acero cromo níquel molibdeno, tiene profundas aletas integrales de enfriamiento y la parte interna es esmerilada y rectificada hasta un acabado específico.

Asimismo en algunos modelos de cilindros, los fabricantes optan por aplicar un recubrimiento de cromo duro, en vista que dicha superficie se encuentra permanentemente en rozamiento con los anillos del pistón de émbolo, a pesar de la lubricación suministrada, existe un desgaste entre ambos componentes.

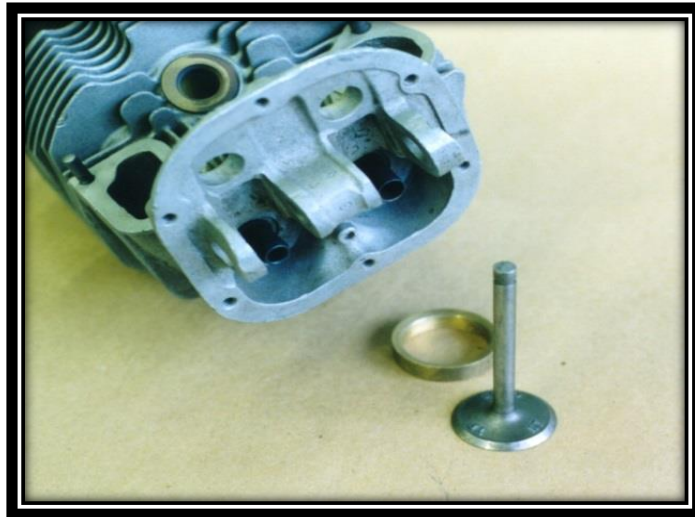


Figura 9: Desmontaje del barril y válvula del cilindro

Fuente: www.lycoming.com

Los motores Lycoming incorporan un código de color pintado sobre las aletas de la cabeza de los cilindros entre las varillas de balancines y entre las bujías y los barriles para designar las diferencias entre los barriles:

Tabla 6: Tipos de cilindros

Motor Gris o sin pintar	Acero standard
Anaranjado	Cromados
Azul	Nitrurados

Fuente: www.Lycoming.com

Se usa un código adicional entre las bujías y la caja de balancines para identificar el tamaño del insert de las bujías.

Tabla 7: Tipos de bujías

Motor Gris, Azul o sin pintar	Insert corto (3/8)
Amarillo	Insert largo (5/8)

Fuente: www.Lycoming.com



Figura 10: Cilindro que se emplea en el motor recíproco Lycoming

Fuente: www.lycoming.textron.com

2.1.3.2 Carter

El cárter consiste de dos piezas fundidas de aleación de aluminio reforzadas, unidas mediante prisioneros, pernos y tuercas. Las superficies de unión de las dos piezas fundidas se juntan sin el uso de empaquetadura, y los bordes internos de los soportes principales están frezados para la inserción

de los cojinetes principales (metales) de tipo precisión. El cárter forma los cojinetes del eje de levas.

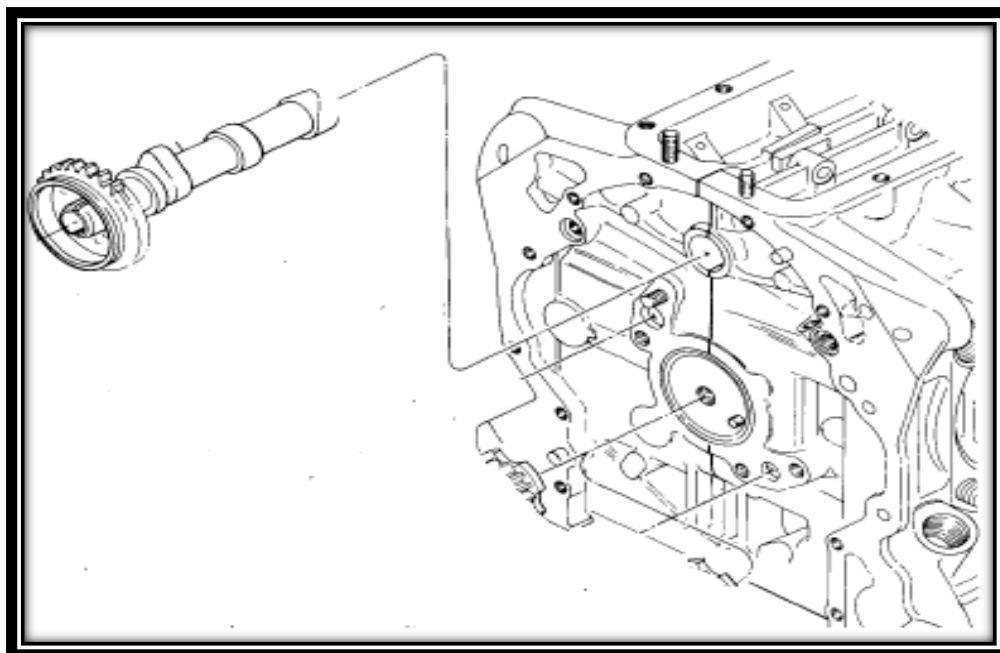


Figura 11: Carter lado de accesorios

Fuente: Manual de Overhaul del motor Lycoming

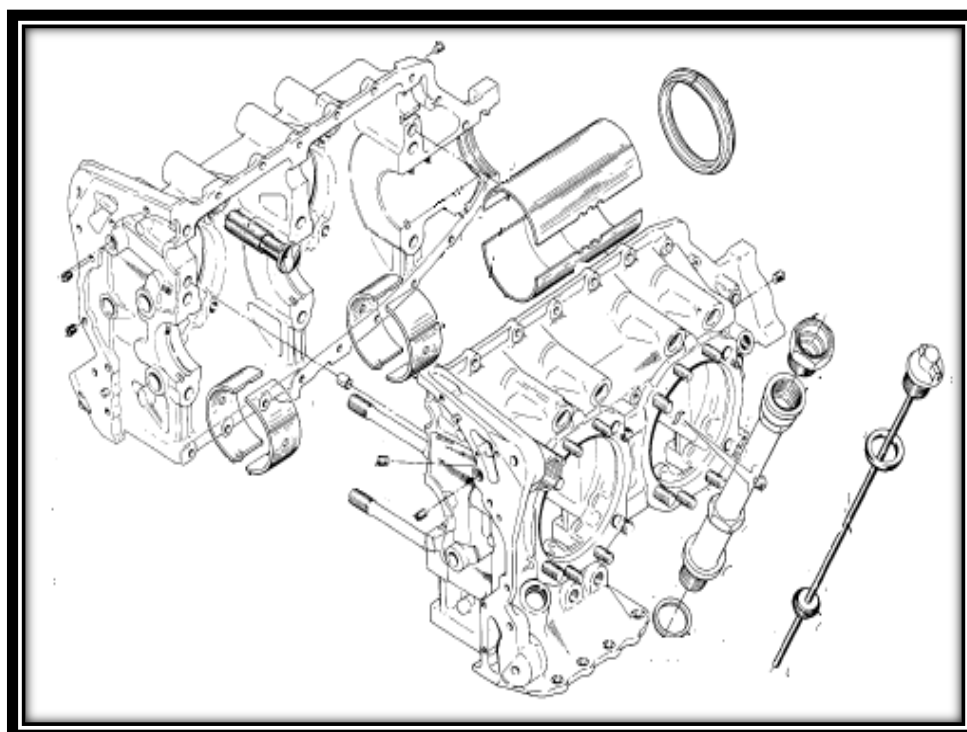


Figura 12: Carter lado derecho e izquierdo del motor

Fuente: Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.3 Cigüeñal

El cigüeñal está hecho de una pieza forjada de acero cromo níquel molibdeno. Todas las superficies de los muñones están nitrurados.

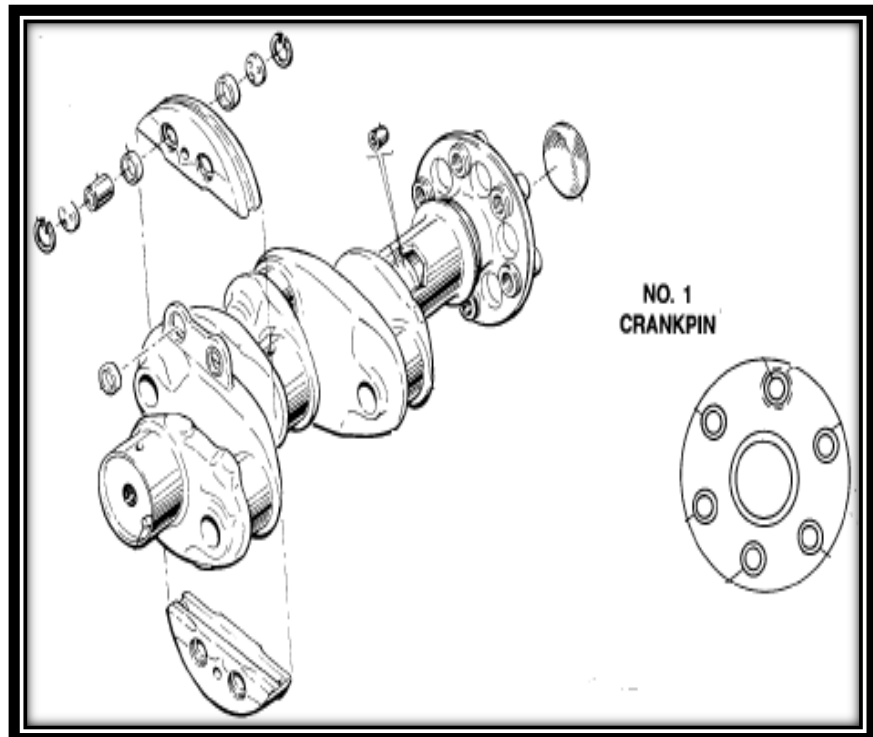


Figura 13: El eje Cigüeñal

Fuente: Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.3.1 La nitruración

Es un tratamiento termoquímico, en el que se modifica la composición del acero. Incorporando nitrógeno durante el proceso de tratamiento térmico. Su objetivo principal es el de aumentar la dureza superficial de las piezas, además de aumentar su resistencia a la corrosión y a la fatiga.



Figura 14: medición de la flexión del eje cigüeñal

Fuente: Fuerza de Aviación Naval

2.1.3.3.2 Contrapesos del eje cigüeñal

Un sistema de contrapesos dinámicos, están provistos para eliminar vibraciones.

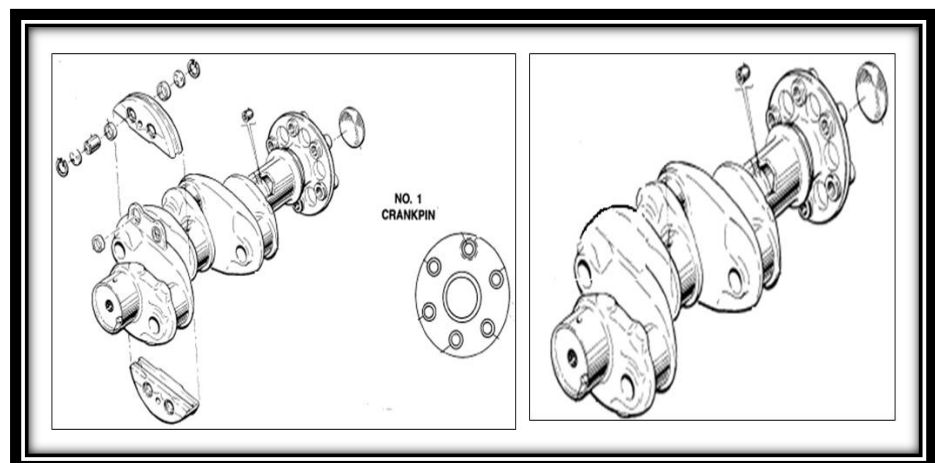


Figura 15: Esquema y ubicación de los contrapesos

Fuente:Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.4 Pistón o émbolo

Los pistones están hechos de una aleación de aluminio. El pin del pistón es de tipo flotación máxima con un tapón ubicado en cada uno de los extremos. los pistones emplean tres anillos cromados de media cuña; dos de compresión y uno de regulación de aceite.

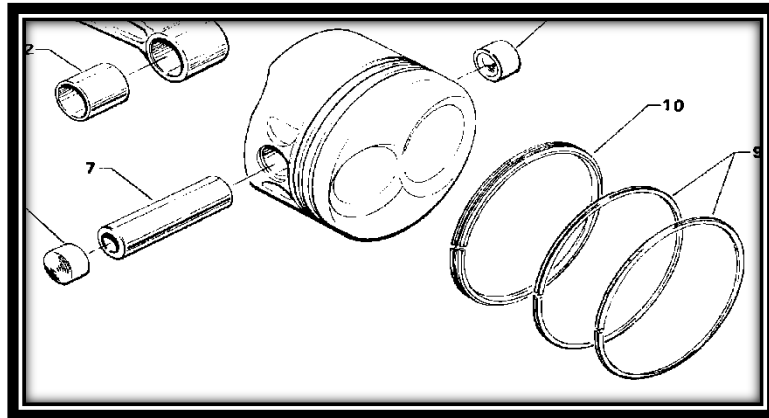


Figura 16: Esquema del pistón o embolo y sus partes

Fuente:Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.5 Biela

Son piezas forjadas de aleación de acero. Tienen alojamientos para los cojinetes (metales) en los extremos del cigüeñal y bocinas de bronce en los extremos del pistón. Las tapas de los cojinetes en los extremos del cigüeñal son sujetadas mediante dos pernos y tuercas.

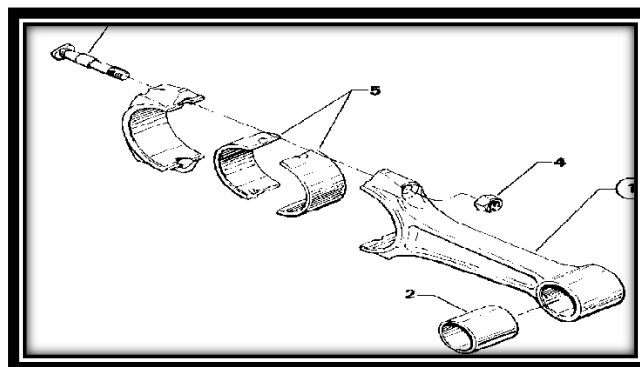


Figura 17: Conjunto de biela y cojinetes

Fuente:Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.6 Sumidero de aceite

Además del usual tapón para drenaje de aceite y la superficie de montaje del servo-inyector el sumidero está adicionalmente modificado para tener un tapón instalado en el orificio del filtro de succión de aceite. En el lado opuesto del tapón de drenaje de aceite tiene una conexión para el retorno de aceite.

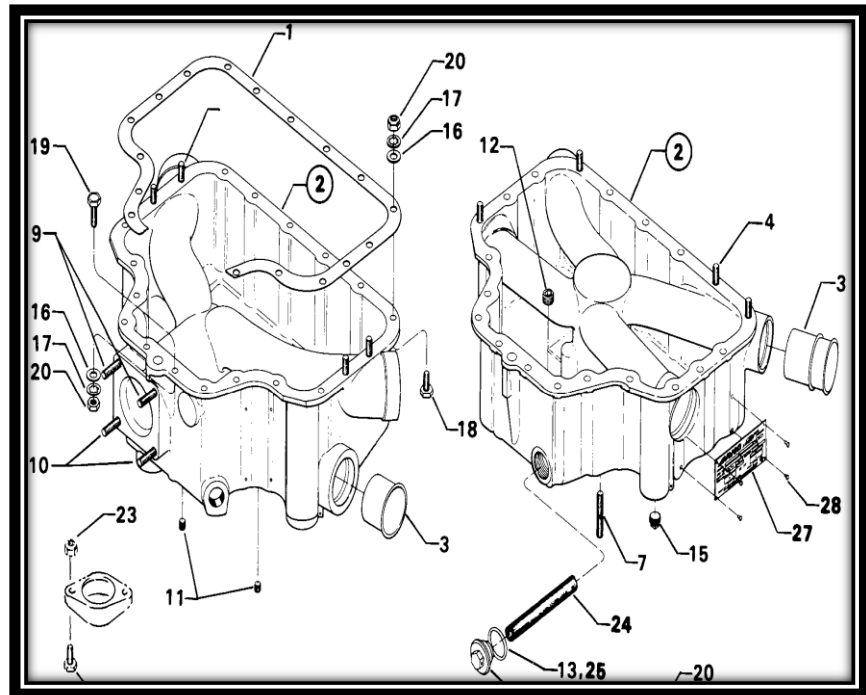


Figura 18: Esquema del sumidero y sus partes

Fuente:Manual de Overhaul del motor Lycoming

2.1.3.7 Caja de accesorios

La caja de accesorios está hecha de una pieza fundida de aluminio y es asegurada a la parte posterior del cárter y la parte posterior superior del sumidero. Lleva un alojamiento para la bomba de aceite y para el impulso de varios accesorios.

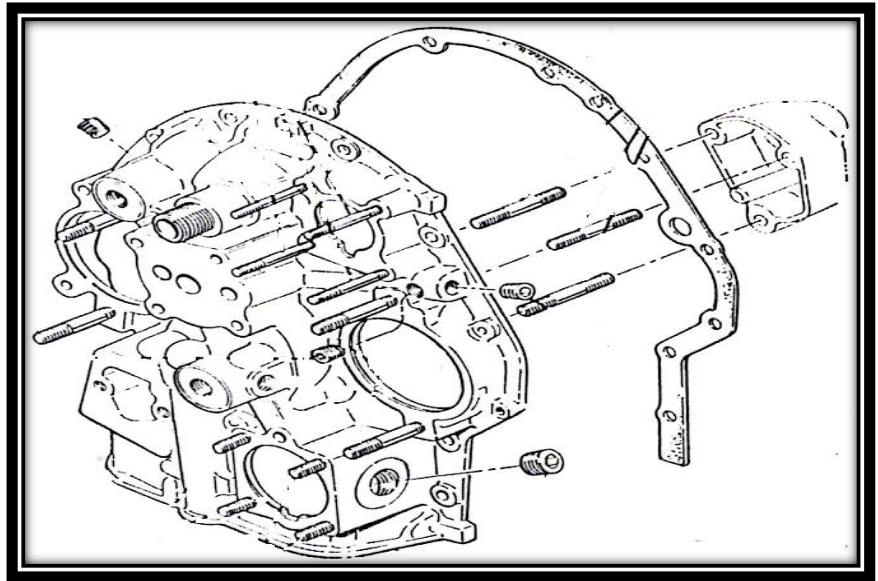


Figura 19: Parte frontal de la caja de accesorios

Fuente: Manual de Overhaul del motor

2.1.3.8 Mecanismo de Operación de las Válvulas

Está integrado por un árbol de levas tipo convencional que se encuentra ubicado encima y en paralelo al eje cigüeñal. El árbol de levas empuja los elevadores hidráulicos que abren las válvulas a través de las varillas de empuje y los balancines. Los balancines están sostenidos sobre ejes de acero flotantes.

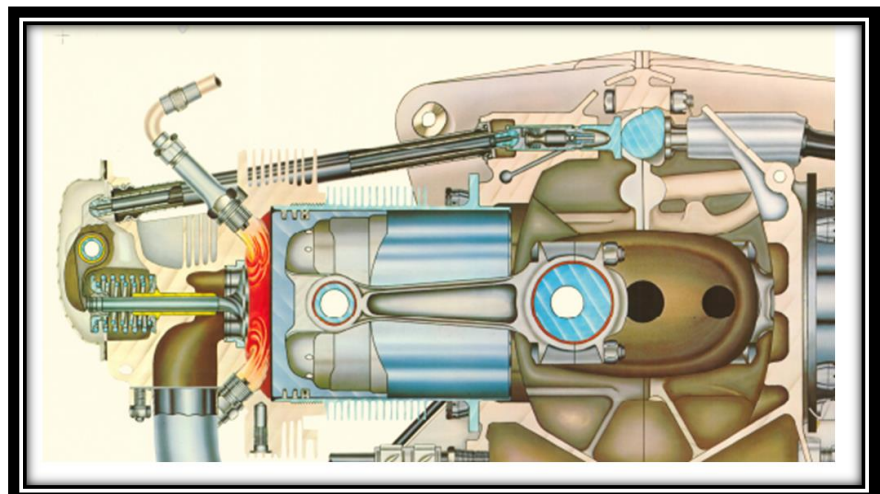


Figura 20: mecanismo de operaciones de las válvulas

Fuente: www.Lycoming.com

2.1.3.9 Conjunto de válvulas.

Las **válvulas** son elementos que tienen la **función** de cerrar y abrir los conductos de admisión de aire y de escape de gases, siendo vitales para la combustión de la mezcla aire – combustible.

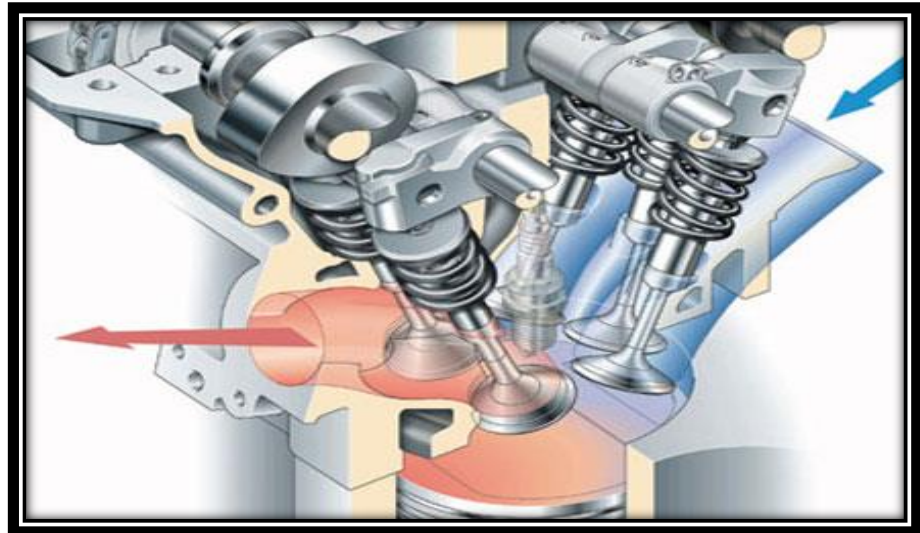


Figura 21: Funcionamiento de la válvulas admisión y escape

Fuente: www.Lycoming.com

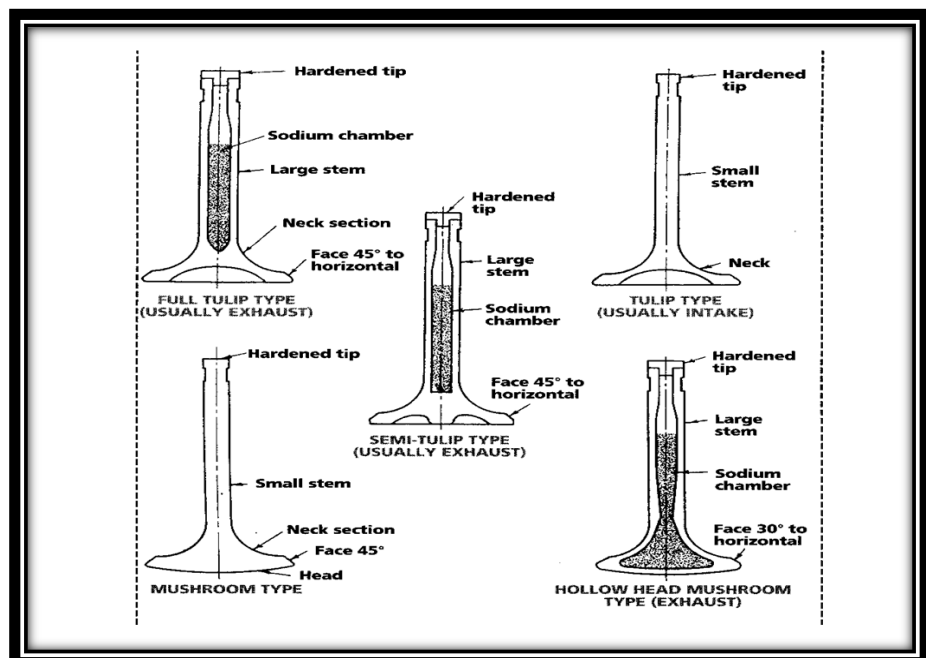


Figura 22: composición y tipos de válvulas del motor

Fuente: www.lycoming.com

2.1.3.10 Sistema de enfriamiento

Estos motores están diseñados para ser enfriados por presión de aire. Se instalan los deflectores para acumular una presión en uno de los lados del cilindro y forzar el aire a través de las aletas de enfriamiento del cilindro, acompañado de una caída de presión. Entonces el aire es expulsado a la atmósfera a través de ventanas o tubos aumentadores por lo general ubicados en la parte posterior de la cubierta.

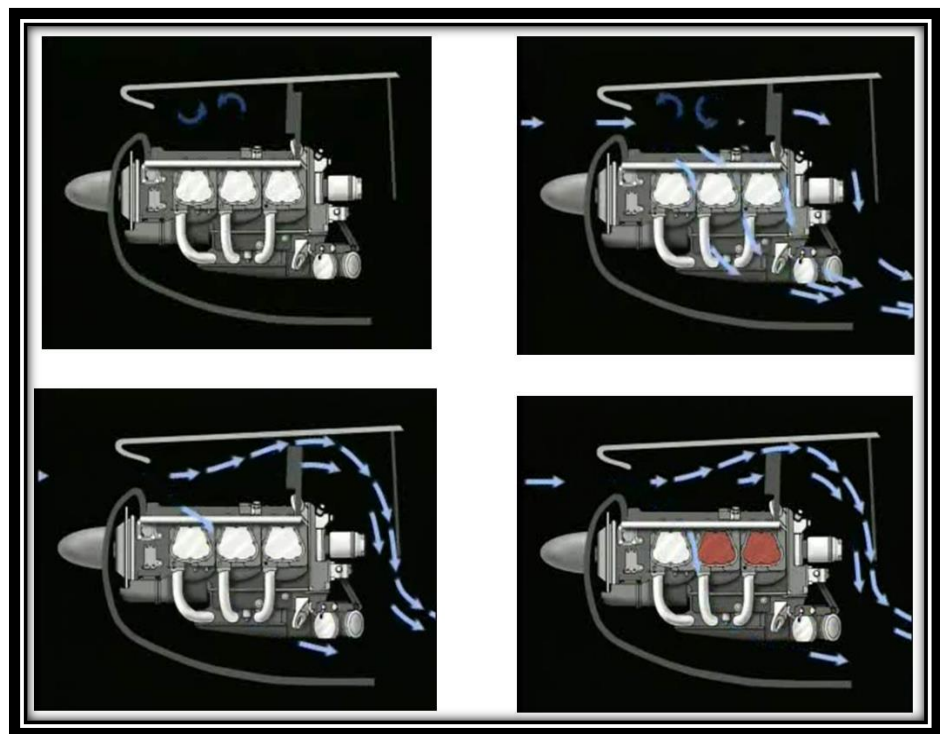


Figura 23: Sistema de enfriamiento del motor

Fuente:Manual de Instrucción del motor

2.1.3.11 Inducción de Aire

Los motores Lycoming están equipados con el sistema de inyección de combustible. Este sistema se basa en el principio de medición del flujo de aire, usando esta señal en un regulador, que convierte la fuerza del aire en una fuerza de combustible correspondiente.

La fuerza del combustible (presión de combustible diferencial) se aplica a través de la sección de medición de combustible (sistema jet) que hace que el flujo de combustible sea proporcional al flujo de aire. Tiene un control manual de mezcla y de mínimo-corte. El sumidero de aceite posee una división y separa el aceite del aire del sistema de inducción el cual ayuda en el enfriamiento del aceite. Desde el sumidero, la distribución del aire a cada cilindro es mediante los tubos de admisión individuales. La vaporización del combustible se lleva a cabo en los orificios de admisión de cada cilindro.

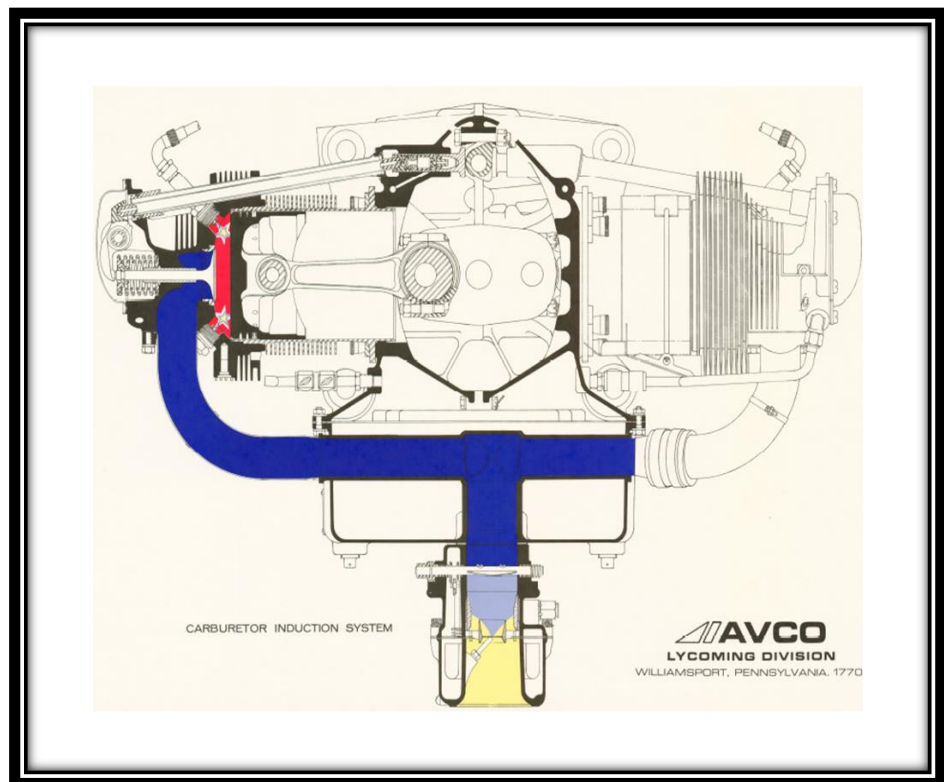


Figura 24: Sistema de inducción de aire al servo inyector

Fuente: www.Lycoming.com

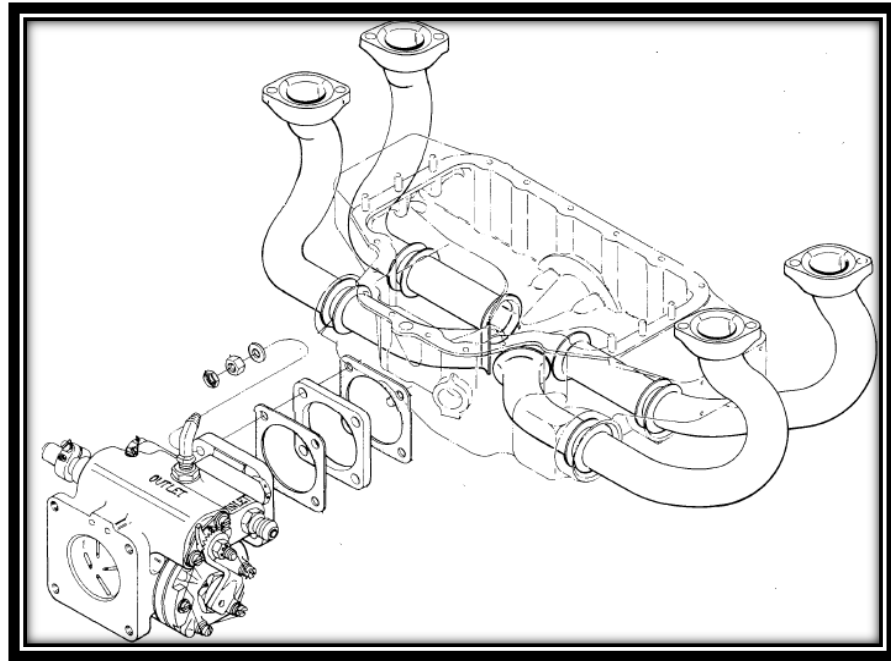


Figura 25: Componentes del sistema de inducción

Fuente: Manual de partes del motor Lycoming

2.1.3.12 Sistema de alimentación de combustible

El sistema de Control de combustible es un sistema de flujo continuo que descarga una baja presión de combustible a los inyectores localizados en la cámara de la válvula de admisión de los cilindros, justo en el lado externo de la válvula, donde el combustible vaporizado de los inyectores se mezcla con el aire del sistema de inducción. Cuando la válvula se abre, la mezcla es arrastrada a la cámara de combustión. Una cantidad uniforme de combustible es provisto para cada cilindro en el motor, proporcionando una operación uniforme; la atomización del combustible tiene lugar en cada acceso de admisión caliente donde no hay posibilidad de formación de hielo mejorando la confiabilidad del motor en ciertas condiciones atmosféricas. Este sistema comprende: Una bomba de combustible impulsada por el motor, el control de combustible (instalado en el regulador servo) el regulador servo, divisor de flujo y los inyectores de descarga.

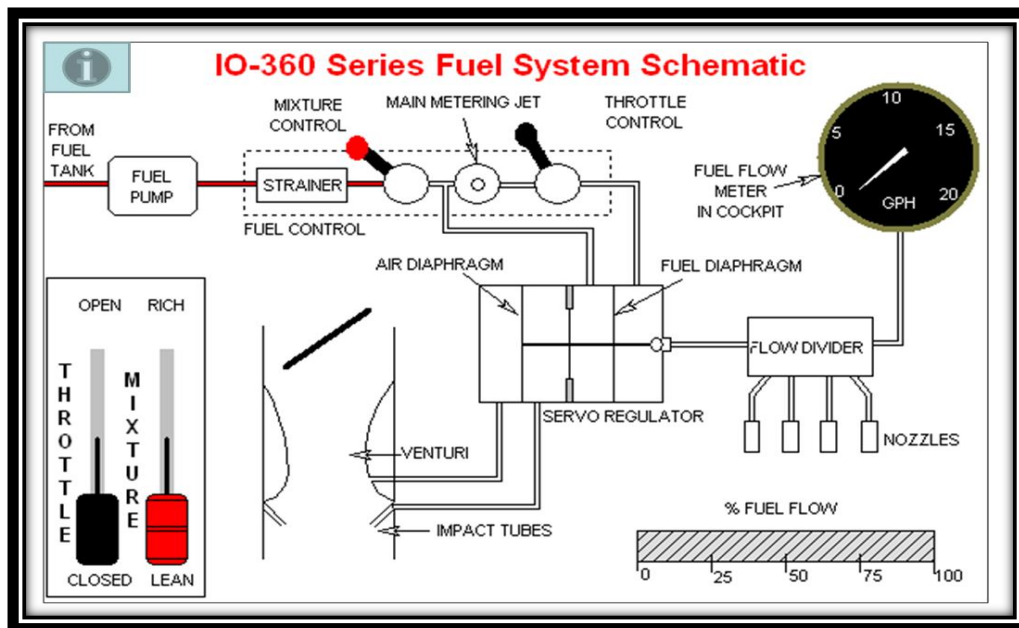


Figura 26: Esquema del sistema de combustible

Fuente: www.Lycoming.com

2.1.3.13 Bomba mecánica

Bomba mecánica o de transferencia de combustible está localizada en la parte posterior del motor, el balancín recibe movimiento de un eje impulsor localizado en el tren de engranajes.

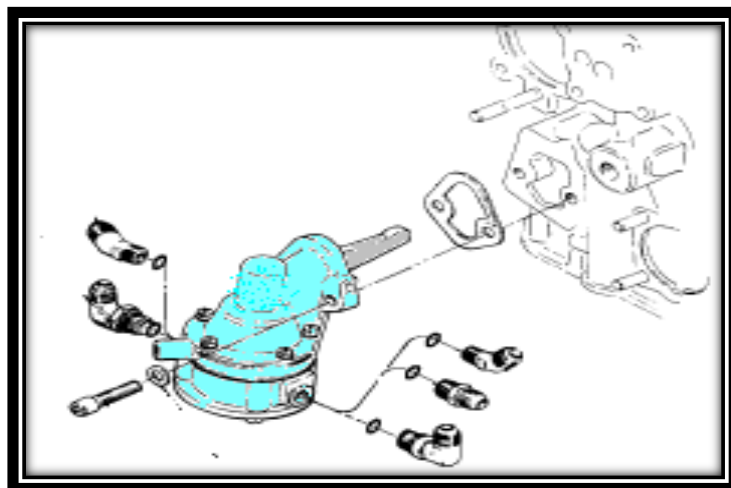


Figura 27: Ubicación e instalación de la bomba de combustible

Fuente: Manual de partes del motor Lycoming

El combustible es dirigido desde el tanque hacia la bomba por una válvula selectora ubicada en la cabina y una bomba reforzadora (booster); la bomba es de tipo diafragma convencional actuada por un balancín, cuando el balancín se mueve hacia abajo el combustible es arrastrado hacia la cámara de bombeo a través de la válvula de entrada de un solo paso; en la carrera ascendente del balancín, el combustible es desplazado hacia la válvula de salida de un solo paso y forzado a salir de la bomba bajo presión.

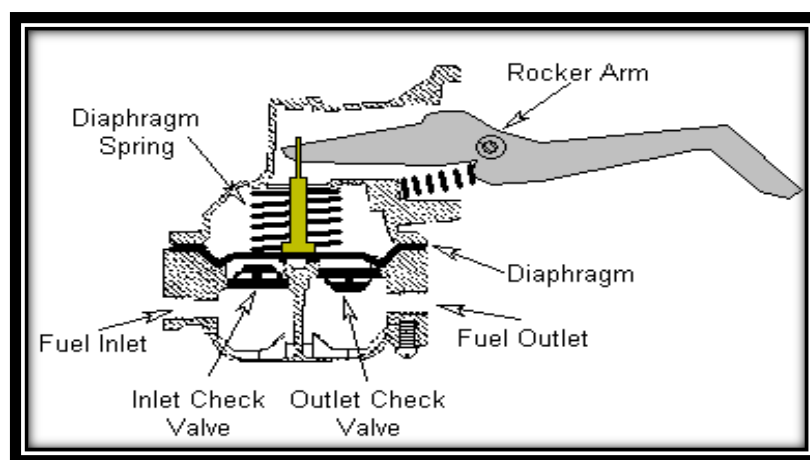


Figura 28: Esquema de inyección de combustible

Fuente: Manual de Overhaul del motor

2.1.3.14 El servo inyector de combustible

Precisión Airmotive RSA, Es un sistema de flujo continuo que proporciona una baja presión de combustible a los inyectores (de manera continua) instalados en la válvula de las cámaras de entrada de los cilindros, afuera de la válvula de admisión, tiene tres secciones alojadas en el cuerpo del servo: La sección de Flujo de Aire, la sección Medidora y la sección Reguladora.

Bendix RS sistema de inyección de combustible: está diseñado a partir del carburador de presión, el sistema RS elimina el chorro principal que tienen los carburadores de presión. En su lugar, el combustible es enviado a los

cilindros a través de una válvula o divisor de flujo y a una boquilla en cada cilindro. También incorpora la línea de retorno al tanque. Bendix RSA sistema de inyección de combustible: es un sistema mejorado de la RS, este sistema elimina la línea de retorno al tanque y permite un mejor control de combustible. RSA = regulador del sistema de inyección en línea.

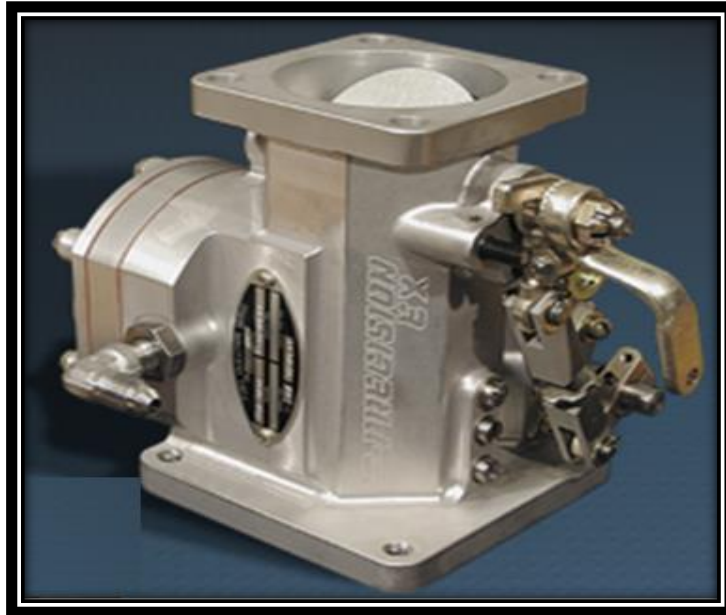


Figura 29: Servo inyector de combustible

Fuente: www.Lycoming.com

2.1.3.15 Distribución de flujo de combustible

Recibe el combustible del servo inyector de combustible a través de una manguera flexible. Está localizado en la parte superior central del motor, y se conecta a los inyectores por medio de unas tuberías de acero de 1/8". Un indicador de presión da la lectura de la presión del combustible de salida del divisor de flujo. El divisor cumple con dos funciones, divide el flujo del combustible equitativamente en cada cilindro y previene de un deficiente flujo de combustible, especialmente durante rangos de bajo flujo.

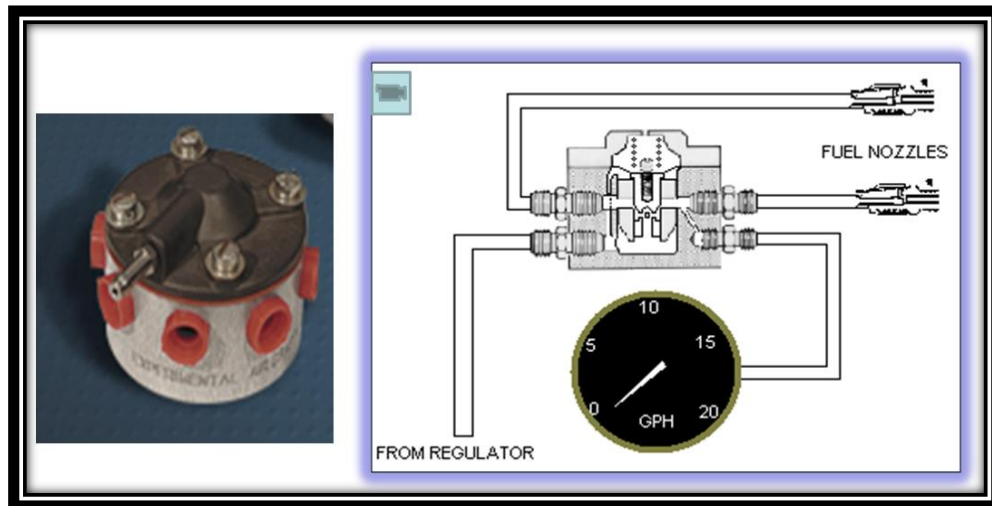


Figura 30: Divisor de flujo de combustible

Fuente: Manual de mantenimiento del motor

2.1.3.16 Inyectores de combustible

Del tipo descarga de aire, enroscado en la cabeza del cilindro cerca a la admisión. Cada inyector consiste de un cuerpo de bronce con un orificio calibrado, un orificio de descarga de aire y una cámara. Alrededor del cuerpo hay una fina malla metálica y una funda de acero. Una marca de identificación (A) está estampada en uno de los lados hexagonales opuesto al orificio de descarga de aire, cuando el inyector es instalado el orificio de descarga debe quedar del plano horizontal hacia arriba para minimizar la purga del combustible después que el motor se apaga.

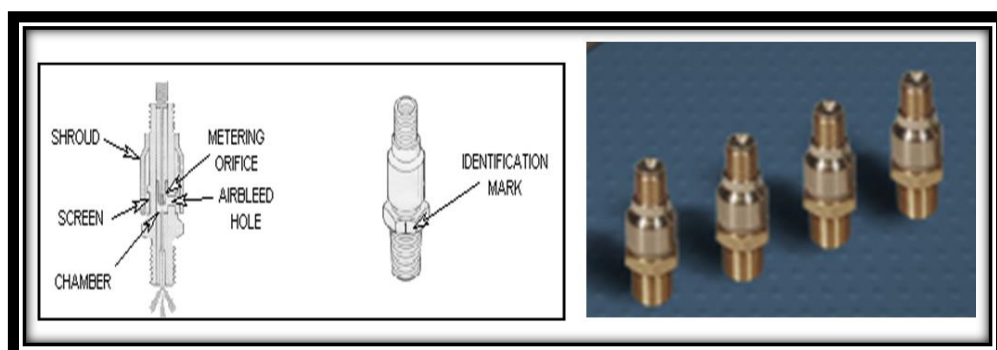


Figura 31: inyectores de combustible

Fuente: Manual de mantenimiento del motor Lycoming

2.1.3.17 Sistema de Lubricación

Es un sistema de presión del tipo cárter húmedo. Los cojinetes principales, los cojinetes de biela, los soportes del árbol de levas, los elevadores hidráulicos, las varillas de empuje y los engranajes de distribución del cigüeñal son lubricados mediante los colectores y rociadores de aceite.

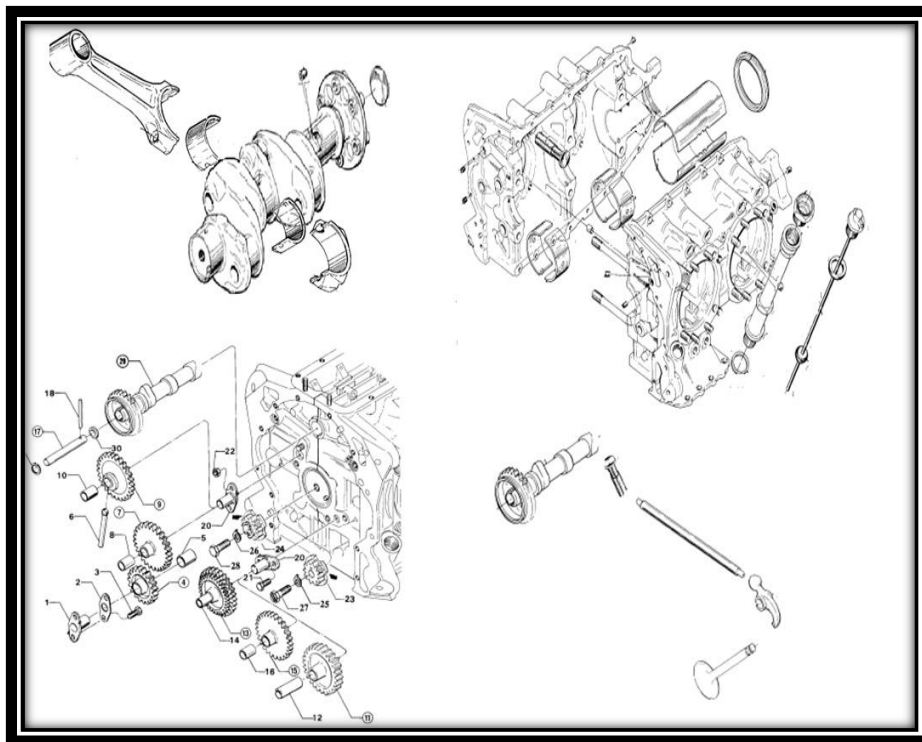


Figura 32: Sistema de lubricación

Fuente: Manual de partes de motor Lycoming

2.1.3.18 Sistema de encendido

El motor está equipado con sistemas de encendido de alta tensión que descarga la corriente hacia la salida de las bujías.

2.1.3.18.1 Magnetos de impulso

El propósito del acoplamiento de impulso es girar el Magneto (entre disparos de impulso) asegurando la velocidad de arranque del motor, generando así una mejor chispa para el arranque; Cuando el motor está funcionando, el acoplamiento de impulso actúa como un acoplamiento de transmisión para el Magneto.



Figura 33: Magneto de impulso

Fuente: Manual de mantenimiento del motor Lycoming

2.1.3.18.2 Arneses de encendido

Los arneses de encendido están compuestos de conductores en un conjunto de terminal de Magneto, el conjunto del cable de encendido y el terminal de la bujía. El número de terminales en el ensamblaje de los arneses está determinado por el número de cilindros del motor.

Se especifica que de acuerdo a las características del motor, cada cilindro está dotado de dos bujías, por lo que cada juego de cables de los cilindros, está conectado a cada magneto, que normalmente se denominan derecho e izquierdo, con la finalidad de que en caso de falla de uno, el

otro asuma el suministro de energía a cada cilindro, hasta que la aeronave se aproxime a un lugar seguro.

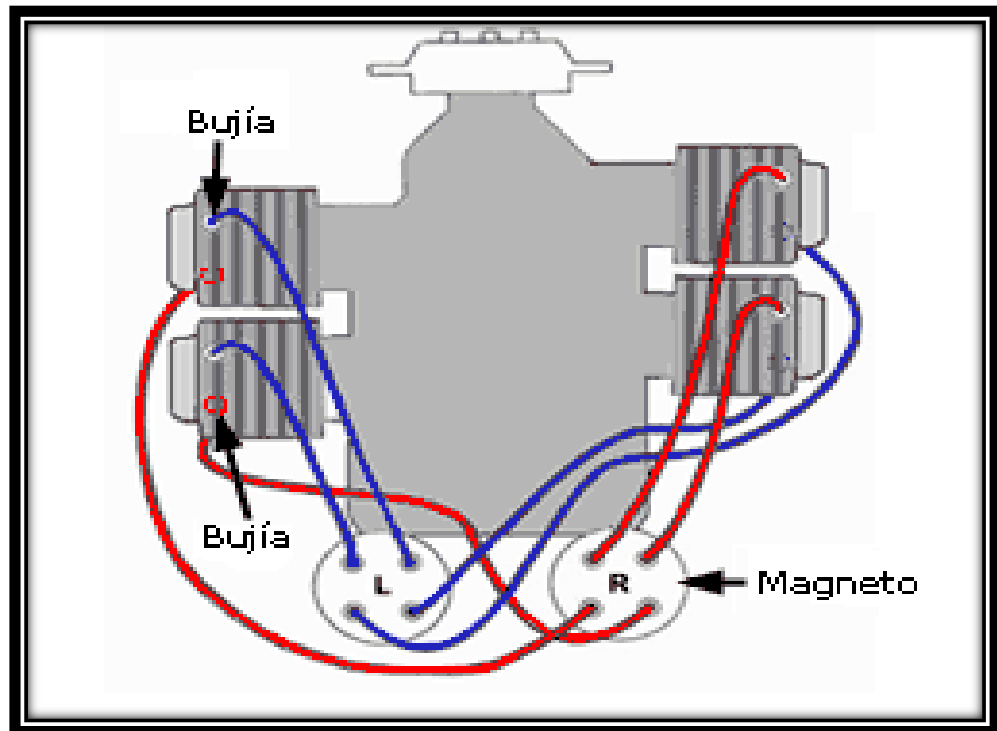


Figura 34: Distribución del sistema de encendido del motor

Fuente: Manual de mantenimiento del motor

2.1.3.19 Conjunto de bujías

La bujía es un componente importante que produce el encendido de la mezcla aire-combustible en los cilindros, mediante una descarga o chispa, en un motor de combustión interna según el ciclo Otto, Su correcto funcionamiento es necesario para el proceso de combustión/expansión del ciclo Otto, ya sea de 2 tiempos (2T) como de 4 tiempos (4T) y pertenece al sistema de encendido del motor.

La bujía tiene un cuerpo de cerámica cocina, en sus extremos tiene un conector hacia el cable del magneto y por el otro lado un electrodo, así mismo tiene una espiga central en su interior por donde se desplaza la energía generada por el magneto y que termina en el electrodo, donde descarga la alta tensión e inflama la mezcla aire combustible.

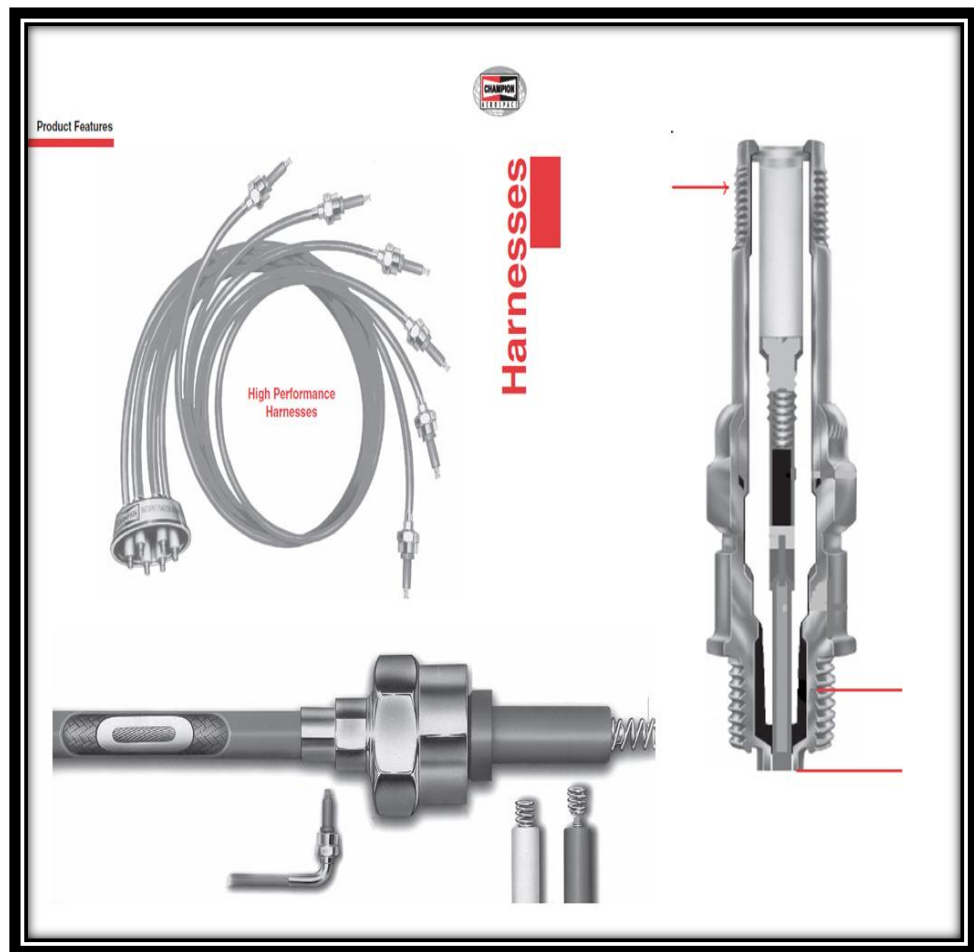


Figura 35: Conjunto de harnesses y bujías

Fuente: www.Lycoming.com

En un extremo de la bujía posee una superficie roscada que va en el compartimiento del cilindro donde se ubica la cámara de combustión. Una adecuada longitud de la rosca de la bujía asegura que los electrodos estén debidamente colocados en la cámara de combustión para encender la mezcla aire-combustible.

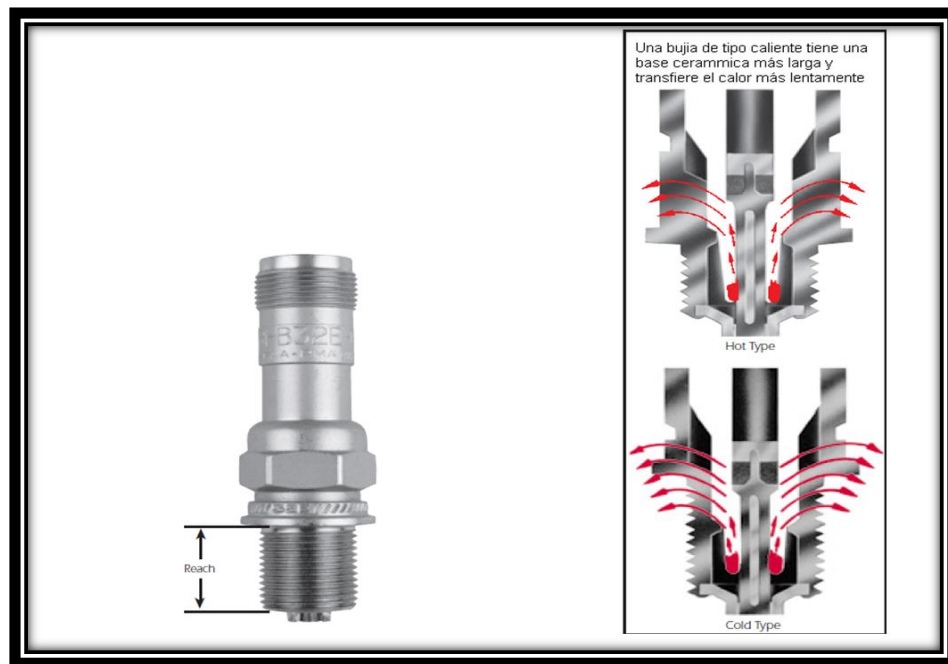


Figura 36: Bujía de encendido

Fuente: Manual de mantenimiento del motor

2.1.4 RAP 145 Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas

Las Regulaciones Aeronáuticas del Perú son normas que regulan las operaciones aeronáuticas en el Perú. La RAP 145, se refiere a la ampliación de la lista de capacidades, por tal motivo y para mejor explicación esta RAP 145 cuenta con Capítulos A, B, y D, las cuales para el desarrollo del Informe y bajo las normas técnicas establecidas de la DGAC que se incluyen en el Anexo 3.

Según la RAP 145 de la DGAC-MTC se debe cumplir lo siguiente:

- 2.1.4.1** Para cada ubicación de la OMA RAP 145 se debe preparar y mantener actualizada una lista de capacidad aprobada por la DGAC.
- 2.1.4.2** Las OMA según la RAP 145 no pueden realizar mantenimiento a aeronaves o componentes de aeronaves que no se encuentren listados en la lista de capacidades y aprobado por la DGAC de acuerdo a lo requerido es esta regulación.

- 2.1.4.3** La lista de capacidad debe identificar cada estructura de aeronave o componente de aeronave por marca y modelo indicando las limitaciones de capacidad de mantenimiento, y debe ser elaborada de acuerdo con la estructura indicada en el Apéndice D de la RAP 145.
- 2.1.4.4** Para incluir una aeronave o componente de aeronave en la lista de capacidad, la OMA según la RAP 145 especifica lo siguiente:
- 2.1.4.4.1** Realizar una autoevaluación para asegurar que se cuente con los edificios e instalaciones, equipamientos, herramientas, materiales, datos de mantenimientos y personal de certificación. Este documento de autoevaluación debe ser firmado por el gerente responsable registrando la fecha.
- 2.1.4.4.2** Remitir a la DGAC para su revisión, el documento de autoevaluación, junto con la nueva lista de capacidades para su aprobación. La DGAC, luego de evaluar la documentación presentada determinara si aprueba directamente las nuevas habilitaciones solicitadas o si requiere alguna inspección de demostración previa.
- 2.1.4.5** La lista de capacidad debe estar disponible en las instalaciones de la OMA para ser inspeccionado por el público y por la DGAC.
- 2.1.4.6** Las autoevaluaciones deben estar disponibles en las instalaciones de la OMA para ser inspeccionadas por la DGAC.
- 2.1.4.7** La OMA mantendrá los registros de las autoevaluaciones por veinticuatro (24) meses contados a partir de la fecha de aprobación de la enmienda de la lista de capacidad por parte de la DGAC.

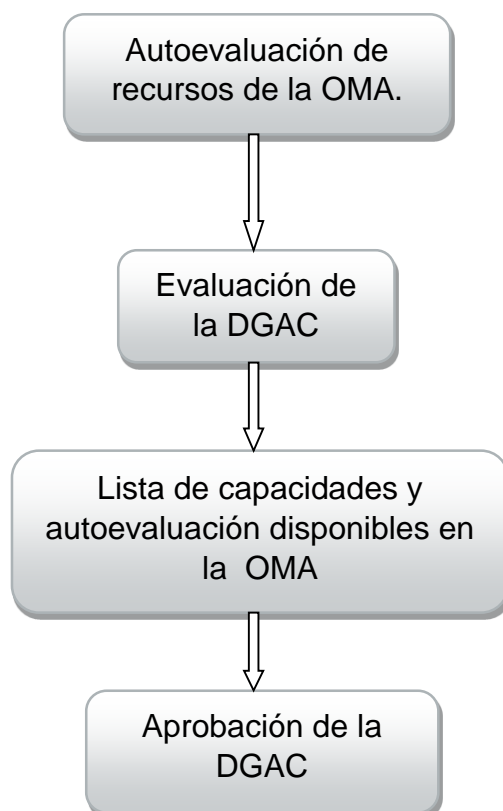


Figura 37: Secuencia para la automatización de la lista de capacidades

Fuente:Elaboración Propia

A diferencia de los explotadores aéreos, las organizaciones de mantenimiento serán aprobados a través de un solo documento que será el Permiso de Operación, otorgado mediante una Resolución Directoral. La precisión que hace la norma al indicar que “el Permiso de operación contiene al Certificado de Aprobación” significa que dicho certificado forma parte del Permiso de operación. Considerando que el Certificado de Aprobación se otorga luego de haberse cumplido satisfactoriamente el proceso de certificación, es claro que la emisión del permiso de operación correspondiente se hace luego de cumplido este requisito. Sin embargo el documento que se emitirá será uno solo que tendrá el título de “Permiso de Operación”.

El Apéndice F de la RAP 145, explica con claridad los pasos a seguir para el otorgamiento, renovación y modificación del Certificado de Aprobación (Permiso de Operación) de una **Organización de Mantenimiento RAP 145**, que esquemáticamente se muestra a continuación:

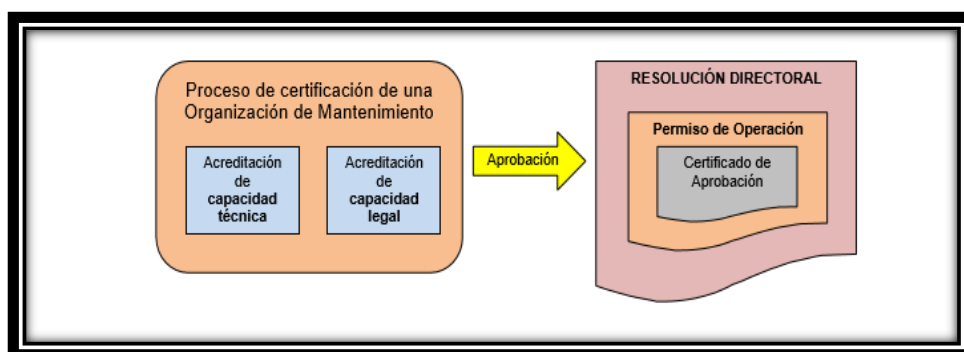


Figura 38: permiso de operación de la lista de capacidades

Fuente: Circular de asesoramiento RAP 145 CAP. A

2.1.5 Especificaciones Técnicas del motor Lycoming

2.1.5.1 Motor Lycoming HIO-360-F1AD

Los motores LYCOMING, son motores de cuatro cilindros, de transmisión directa, horizontalmente opuestos y enfriados por aire las cuales documento de acuerdo con esta hoja de datos **(que forma parte del Certificado Tipo No. 1E10** descrita en el **ANEXO 7)** y otros datos aprobados en los archivos de la **Administración Federal de Aviación F.A.A**, cumplen los estándares mínimos para su uso en aeronaves certificadas de acuerdo con las hojas de datos pertinentes de la aeronave. y las partes aplicables de las Regulaciones Civiles del Aire / Regulaciones Federales de Aviación siempre que estén instaladas, operadas y mantenidas según lo prescrito por los manuales del fabricante aprobados y otras instrucciones aprobadas..

Con referencia a la ubicación de los componentes del motor, las partes se describen en relación a como el motor está instalado en la aeronave. Por lo tanto, el extremo de la toma

de fuerza se considera la parte delantera y el extremo de la caja de accesorios se considera la parte posterior. El sumidero se considera la parte inferior y el lado opuesto donde se ubican las fundas de las varillas la parte superior. La referencia de lado izquierdo y derecho se hace con el observador mirando la parte posterior del motor. Los cilindros están numerados de adelante hacia atrás, los números impares a la derecha, los números pares a la izquierda. La dirección de la rotación para los movimientos de los accesorios se determina mirando el alojamiento de los accesorios. La dirección de la rotación del cigüeñal, vista desde la parte posterior, es en sentido horario.

Como se muestra en **la figura 37**, La estructura de un motor de pistón está agrupada en diferentes bloques y en el **ANEXO 6** se describe los procedimientos técnicos establecidos para el **desmontaje y montaje** de los motores por el fabricante la cual también se **anexa** las pruebas realizadas después de un Overhaul descritas por el **DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION F.A.A.** en el **ANEXO 8**

- El bloque: Componentes del motor como cilindros, soportes para el cigüeñal y la culata. - Grupo de cigüeñal: Conjunto con pistones, bielas y árbol cigüeñal. - Distribuidor: Consta de árbol de levas, empujadores o taqués, balancines y válvulas tanto de admisión como de escape.

Otro grupo constructivo, son los grupos auxiliares del motor como;

- Carburador. - Sistema de encendido: magnetos. - Bomba de inyección. - Bomba de aceite. - Bomba de combustible. - Engranajes.

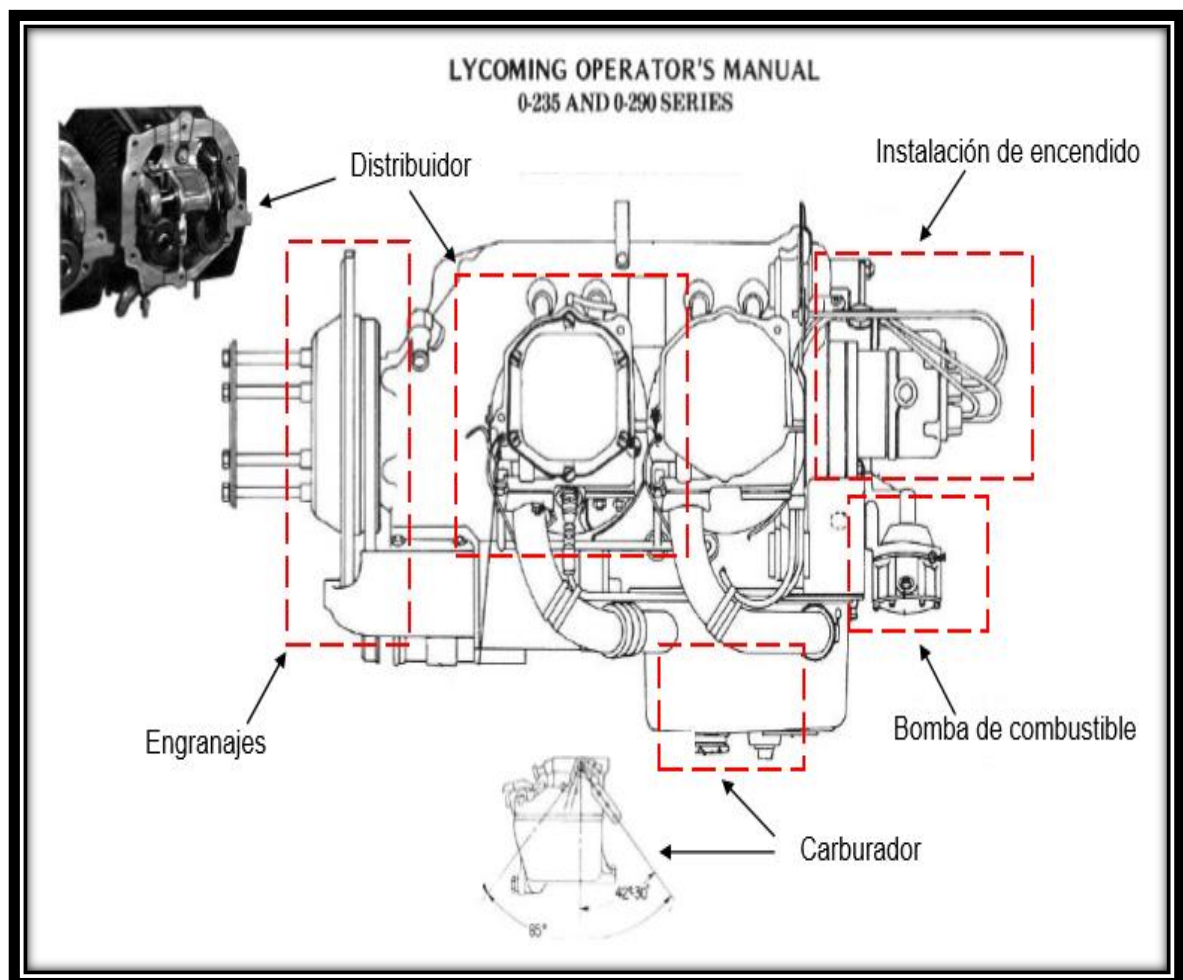


Figura 39: Motor reciproco Lycoming opuesto de 4 cilindros

Fuente: www.Lycoming.com

A continuación se detallan las especificaciones técnicas del motor:

2.1.5.2 Especificaciones Técnicas

Tabla8: tablas de especificaciones técnicas del motor

SERIE	HIO-360
Certificado tipo FAA	1E10
Caballos de fuerza (HP)	190
Velocidad(RPM)	3050
Diámetro interno (pulg.)	5,125
Carrera del pistón (pulg.)	4,375
Desplazamiento(pulg. Cúbicas)	361
Relación de compresión	8,7:1
Orden de encendido	1-3-2-4
Disparo de la chispa (grados BTC)	20°
Luz de los balancines (elevadores hidráulicos secos)	0,028-0,080
Relación de giro de la hélice	1:1
Rotación de la hélice (visto de la Parte posterior)	Horaria

Fuente:www.Lycoming.com

2.1.5.2.1 Peso seco estándar del motor

Incluye carburador o inyector de combustible, magnetos, bujías, arnés, bafles intercilindros, arrancador y alternador, turbocargador, soportes, controles y líneas de aceite.

A continuación se presentan tres (03) modelos de motores Lycoming de la misma cilindrada con diferente masa del motor, siendo de interés para el presente Informe, el motor HIO-360 F, que pesa 324 libras.

Tabla 9: Modelos y masa del motor

MODELO	PESO DEL MOTOR
AEIO-360 (lbs.)	331
HIO-360-D(lbs.)	321
HIO-360-F(lbs.)	324

Fuente: Elaboración propia

2.1.5.2.2 Características del motor

Existen ciertas prestaciones del motor en las que se puede diferenciar y familiarizar con otros motores.

Cilindrada unitaria

La cilindrada es un valor de volumen geométrico del cilindro que delimitado por el punto muerto inferior **P.M.I** el punto muerto superior **P.M.S** y el diámetro o calibre del cilindro, **ecuación (I)**.

En la figura 38, que se muestra a continuación se aprecia el perfil de un cilindro de motor de pistón, dentro del cilindro el pistón se desplaza o realiza una carrera linealmente entre dos puntos, el **P.M.I** y el **P.M.S**, En el **P.M.I**, es el punto donde el pistón se encuentra más alejado de la cámara de combustión, y en el **P.M.S**, es el punto donde el pistón se encuentra más cercano de la cámara de combustión.

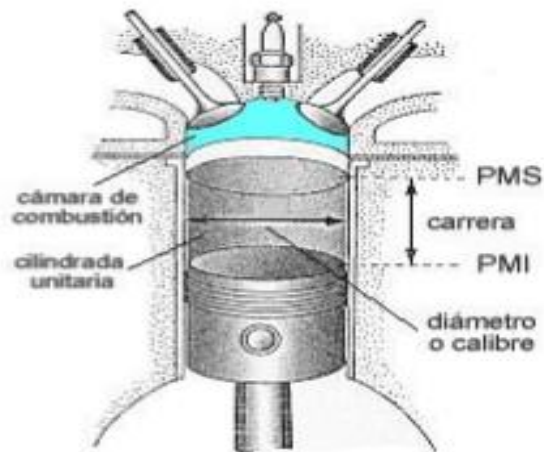


Figura 40: Perfil del Motor Lycoming

Fuente: www.Lycoming.com

$$V_h = \frac{D^2 \pi C}{4} [cm^3] \quad (I)$$

Donde:

- D es el diámetro o calibre [cm].
- C es la carrera del cilindro [cm].

Potencia del motor.

El trabajo del motor representado en Julios es el resultado de la fuerza del pistón por la distancia entre **P.M.I** y **P.M.S**, ecuación (II)

$$W = F d [J] \quad (II)$$

Si el trabajo se realiza en un tiempo determinado en realizar dicha distancia, podemos hablar de la potencia del motor, **ecuación (III)**.

$$P = \frac{W}{t} [W] \quad (III)$$

Para realizar la conversión de **W** a **CV**, ecuación (IV).

$$P = \frac{P [w]}{735} [CV] \quad (IV)$$

Revoluciones.

Las revoluciones de un motor de pistón es la unidad de números de giros que realiza el cigüeñal en un cierto tiempo, en el caso de motores de pistón el tiempo es por minuto. **[r.p.m].**

2.1.5.2.3 Engine test Equipment

Un **banco de pruebas** es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo. Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas, elementos computacionales, y otras nuevas tecnologías.

Un banco de pruebas se usa cuando un nuevo módulo se prueba aparte del programa al que luego será agregado. Un [framework](#) esqueleto se implementa alrededor del módulo para que el módulo se comporte como si ya formara parte del programa más grande la cual se describe el **proceso según las normas técnica establecida por el fabricante y costo** en el **ANEXO 9**.

2.1.6 Inspecciones Periódicas y costos de mantenimiento del motor HIO360-F1AD

Las inspecciones periódicas de mantenimiento son trabajos técnicos aeronáuticos que se programan y ejecutan en el motor por haber cumplido el límite de tiempo operacional indicado por el fabricante, de tal manera de llevarlo a la condición de aeronavegabilidad original.

Mediante el cumplimiento de los trabajos especificados en las listas de inspección de mantenimiento, se garantiza la seguridad de vuelo de la aeronave y las indicaciones suministradas por el fabricante.

En los motores de cilindros opuestos **HIO-360-F1AD** de la marca Lycoming estas inspecciones se realizan en secuencias de **50, 100 y 200** horas indicados y autorizados en el manual de mantenimiento del fabricante, cuya especificación de actividades de **mantenimiento y costose** adjunta en el **ANEXO 4** y como referencia para la realización de una reparación mayor u Overhaul se menciona en un cuadro demostrativo y se **anexa** el costo general de Overhaul del motor y componentes adyacentes en el **ANEXO 10**.

REQUERIMIENTO REPARACIONES 2017

ITEM	P/N	DESCRIPCION	SERIE	CANT.	PRECIO UNITARIO \$.	PRECIO TOTAL S/.
1	HIO - 360 F1AD	OVERHAUL MOTOR OVERHAULED CYLINDERS (4)	L-34244-51A	1	\$39.816,30	S/. 135.375,42
2	D4LN – 3200	INSPECCION DE MAGNETOS 500 HORAS	1138	1	\$2.459,00	S/. 8.360,60
TOTAL REPARACIONES SIN IGV					\$42.275,30	S/. 143.736,02
TOTAL REPARACIONES INCLUIDO IGV					\$7.609,55	S/. 25.872,48
* SE CONSIDERA TIPO DE CAMBIO S/. 3.40						S/. 169.608,50

Tabla 10: Pedido de requerimiento del Overhaul.

Fuente: Elaboración propia

2.2 Definición de términos

2.2.1 Organización de mantenimiento aprobada (OMA), es la organización de mantenimiento encargada de realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo y alteraciones a los explotadores aéreos

2.2.2 Regulaciones aeronáuticas del Perú (RAP), conjunto de regulaciones que deben ser cumplidas por los ciudadanos en la República Peruana con respecto a todas las fases de la certificación y operación de Aeronaves Civiles

2.2.3 Lista de capacidades, documento que lista las secciones del RAP 145 con una breve explicación de la forma de cumplimiento (o con referencia a manuales/documentos donde esta la explicación), y que sirve para garantizar que todos los requerimientos regulatorios aplicables son tratados durante el proceso de certificación

2.2.4 Inspección periódica de mantenimiento, es una inspección que garantiza un nivel adecuado de seguridad de un cambio de componente de aeronave, una reparación, una modificación y acciones correctivas de mantenimiento necesarias para solucionar las no conformidades derivadas de las tareas de mantenimiento de verificación de la condición de la aeronave o componente de aeronave.

2.2.5 Reparación general (Overhaul), es el restablecimiento de una aeronave o componente de aeronave por inspección y reemplazo, de conformidad con un estándar aprobado para extender el potencial operacional.

2.2.6 Reportaje o fallas, acontecimiento diario que se reporta en forma secuencial con el fin de evitar fallas mayores.

2.2.7 Componente de aeronaves, equipo, instrumento, sistema o parte de una aeronave que, una vez instalado en ésta, es esencial para su funcionamiento.

2.2.8 Certificado de aprobación, acredita que una organización de mantenimiento ha certificado la actividad que realiza conforme a lo establecido por la RAP 145.

2.2.9 Datos de mantenimiento aceptables, cualquier dato técnico que comprenda métodos y prácticas aceptables por la DGAC del estado de matrícula y que puedan ser usados como base para la aprobación de datos de mantenimiento.

2.2.10 Alteración, significa una alteración o modificación no listada en las especificaciones de la aeronave, motor o hélice, y: Regulaciones Aeronáuticas del

Perú, que puede afectar apreciablemente el peso, centrado, resistencia estructural, performance, operación del motor, características de vuelo u otras cualidades que afectan la aeronavegabilidad; o (2) que no es realizada acorde a prácticas aceptadas o no se puede realizar por medio de operaciones elementales.

2.2.11 Azafate, contenedor o bandeja necesario para actividades o tareas específicas como reservorio de desechos de líquidos o combustibles.

2.2.12 Segregado, separación o actividad de apartar [una cosa] de otra u otras.

2.2.13 Materiales, se hace referencia por lo general al conjunto de elementos que son necesarios para actividades o tareas específicas.

2.2.14 H.S.I, inspección de la sección caliente del motor.

2.2.15 Reparación, restitución a las condiciones iniciales de una aeronave o producto según su Certificado Tipo.

2.2.16 Permiso de operación, es otorgado por la DGAC mediante Resolución Directoral por el plazo de 4 años. Autoriza el funcionamiento de una OMA y contiene el Certificado de Aprobación.

2.2.17 Organización, organismo registrado como una entidad legal en cualquier jurisdicción, ya sea dentro o fuera del territorio. Esta organización puede estar ubicada en más de un lugar y puede ostentar una o más aprobaciones RAP 145.

2.2.18 Mantenimiento, significa inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes, pero excluye el mantenimiento preventivo.

2.2.19 Inspección, significa, revisión, reparación, conservación y cambio de partes.

2.2.20 Inspección de proceso, garantiza un nivel adecuado de seguridad de un cambio de componente de aeronave, una reparación, una modificación y acciones correctivas de mantenimiento necesarias para solucionar las no conformidades derivadas de las tareas de mantenimiento de verificación de la condición de la aeronave o componente de aeronave.

2.2.21 Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Es el organismo nacional de la República Peruana que, a través del conjunto de las funciones que realiza como Autoridad de Aplicación, otorga las Certificaciones, Habilitaciones y Aprobaciones que garantizan la confiabilidad del personal y material de vuelo así

como todo lo conexo, necesario para la seguridad operativa de la actividad aeronáutica civil.

CAPITULO 3

MARCO METODOLÓGICO Y SOLUCION DEL PROBLEMA

El capítulo trata de la formulación de la hipótesis e identificación de las variables de estudio y el establecimiento de los indicadores para la medición de los mismos.

3.1 Formulación de la hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

La falta de un taller de motores recíprocos inadecuado esta ocasionado el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao durante los años 2014 – 2016

3.1.2 Hipótesis Secundarias

- La alta rotación anual del personal directivo por políticas institucionales origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.
- La continua rotación del personal especialista por una mala política de remuneraciones origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.
- La inexistencia de herramientas especiales y la suscripción a los manuales de mantenimiento del fabricante para los trabajos de primer segundo y tercer nivel origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.

3.2 Identificación de variables

3.2.1 Variable dependiente

El estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento probado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao durante los años 2014 –2016.

3.2.1.1 Indicadores

Reporte semestral de ventas

Reporte de lista de capacidades inalterables en el tiempo

Reporte de trabajos de mantenimiento realizados en mercado internacional

3.2.2 Variables independientes

3.2.2.1 La alta rotación anual del personal directivo por políticas institucionales origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.

3.2.2.1.1 Indicadores

Reporte de cambio de colocación del personal directivo

Falta de continuidad en los proyectos.

Falta de planeamiento estratégico a mediano y largo plazo.

3.2.2..2 La continua rotación del personal especialista por una mala política de remuneraciones origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.

3.2.2.2.1 Indicadores

Índice de rotación anual del personal a empresas privadas

Índice de disconformidad del personal

Perfil inadecuado personal sin licencia de DGAC

Expectativas en el cargo

- 3.2.2.3** La inexistencia de herramientas especiales y la suscripción a los manuales de mantenimiento del fabricante para los trabajos de primer segundo y tercer nivel origina el estancamiento de las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.

3.2.2.3.1 Indicadores

Tiempo efectivo promedio de atención en los trabajos de mantenimiento.

Dependencia de la disponibilidad de herramientas por parte (FAP y EP) modalidad préstamo.

Alto índice de errores por falta o empleo de manuales desactualizados para los trabajos de mantenimiento.

3.2 Metodología

3.2.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio que corresponde al presente Informe de Suficiencia Profesional es básico o descriptivo, orientada a describir objetivamente los problemas presentados para incluir el taller de motores recíprocos en la lista de capacidades autorizada.

3.2.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, no se manipulan ni someten a prueba las variables expuestas.

3.2.3 Método de investigación

El método de investigación aplicado es exploratorio-descriptivo, donde se obtiene la información técnica administrativa necesaria para sustentar ante

una autoridad, la autorización respectiva para desarrollar actividades de mantenimiento certificadas dentro y fuera de la institución.

3.3 Análisis Situacional

En la actualidad existen muchos Organismos de Mantenimiento Aprobados en el Perú, que se dedican al mantenimiento de primer segundo y tercer nivel dentro de las cuales destacan Atsa Seman y Star que han logrado abarcar mas del 70% del mercado total, manteniendo un sólido posicionamiento en los consumidores gracias de la industria aeronáutica debido a que se ha invertido constantemente en Tecnología aplicada al mantenimiento, así como algunas empresas han creado su propio OMA con la finalidad de atender a su demanda de aeronaves así como ofertar su producto al mercado local con altos estándares de calidad y certificaciones, lo que hace de su servicio se sostenido convirtiéndose en marcas reconocidas por su compromiso constante por satisfacer a su mercado.

El organismo de Mantenimiento Aprobada OMA-013 cuenta con una larga trayectoria en la industria aeronáutica sin embargo en los últimos años su posicionamiento se ha visto afectado por el desarrollo de nuevos productos de la competencia y no ha sabido aprovechar su potencial en esta industria según un el análisis estratégico FODA.

CUADRO DETERMINACION DE LAS ESTRATEGIAS MATRIZ FODA OMA-013

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
F1	Posición estratégica al estar ubicado en la cabecera del Aeropuerto internacional Jorge Chávez	D1	Planta orgánica insuficiente especialidad básica de Motores de Aviación (MOA) en situación crítica al no haber asignación de dicho recurso humano los Escuadrones operativos no cumplen con rotación de personal con experiencia hacia el OMA-013 lo que no permite la transferencia de conocimientos y experiencia.
F2	Personal con experiencia en mantenimiento aeronáutico y con alto nivel de competitividad en el mercado laboral.	D2	Talleres de reparación de palas, mantenimiento de equipos de supervivencia, motores recíprocos y materiales compuestos, no están implementados al 100% por falta de personal o competencias de dicho personal y asignación de recursos.
F3	Infraestructura con capacidad instalada para brindar servicios de mantenimiento a aeronaves.	D3	Limitaciones para cumplimiento de la misión en lo que respecta al mantenimiento en los tres niveles, Infraestructura limitada a trabajos de 2do nivel. No se puede realizar el 3er nivel, por falta de personal, competencias, publicaciones técnicas y equipamiento.
F4	Se cuenta con personal capacitado y con experiencia para el ejercicio de la función docente (Retroalimentación de capacidades)	D4	Falta de presupuesto para la suscripción a publicaciones técnicas y capacitación de primera mano, habilitaciones por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y adquisición de material para trabajos de mantenimiento.
F5		D5	Trabajos realizados en el Servicio de Mantenimiento Aeronaval, corresponden a dos estándares diferentes, para aeronaves civiles de acuerdo a la normatividad del fabricante y de la DGAC. Para aeronaves militares de acuerdo a limitaciones presupuestales, no se cumple con el estándar que garantice una operación segura y confiable de aeronaves en su límite de vida operacional.
F6		D6	Alta rotación por falta de políticas de incentivos, bonificación; Personal capacitado deja la institución por el enorme diferencial de remuneraciones en talleres aeronáuticos privados.
F7		D7	Asignación de Recursos para material de protección personal y seguridad industrial limitado. Por lo que no se puede implementar al 100% para dar cumplimiento a la normatividad vigente.
F8		D8	Personal de Oficiales asignados a la Dependencia desarrollan dos funciones (Como Piloto y Directivo) lo que dificulta la toma de decisiones oportunamente, debido a la programación de vuelos y otras actividades de carácter ajeno al Arsenal Aeronaval.
F9		D9	Personal femenino asignado a la dependencia, no tiene relevo en el cargo cuando se encuentran en estado de gravidez, pre, post natal y lactancia, lo que origina una sobrecarga para el cumplimiento de las funciones de los demás miembros de la organización. Debido a que las plantas orgánicas originalmente fueron diseñadas solo para personal masculino.

OPORTUNIDADES		ESTRATEGIA FO		ESTRATEGIA DO	
O1	Crecimiento del parque aéreo nacional	1	Atender a la demanda actual y futura del parque aéreo nacional por estar posicionado estratégicamente en el Aeropuerto internacional Jorge Chávez, (O1, F1)	1	Centralizar los trabajos de mantenimiento de primer segundo nivel en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 con personal técnico especialista certificado con el fin de completar las deficiencias de personal en talleres.
O2	Bajo costo de mano de obra de técnicos aeronáuticos en relación al mercado global.	2	Al ser una empresa subvencionada por el estado no incurrimos en costos fijos, y nos permite mantener costos altamente competitivos.	2	Incrementar las capacidades adquiriendo suscripciones a manuales técnicos del fabricante y herramientas especiales para trabajos de mantenimiento de segundo y tercer nivel.
O3	Captar al personal técnico aeronáutico en retiro, con experiencia en mantenimiento aeronáutico, bajo la modalidad de CAS.	3	No se requiere alta inversión para incrementar las capacidades del Organismo de Mantenimiento Aprobada OMA-013 debido a la experiencia en mantenimiento de aeronaves.	3	
O4	Incrementar las capacidades del Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 para obtener mejores niveles de mantenimiento en beneficio de la Aviación Naval.	4	La puesta en marcha genera un beneficio que repercute directamente en el alistamiento de las aeronaves navales, ya que mejora las capacidades de mantenimiento para ellas.	4	
AMENAZAS		ESTRATEGIA FA		ESTRATEGIA DA	
A1	Captación de personal altamente capacitado por los empresas privadas de la industria aeronáutica.	1	Desarrollar un plan estratégico a mediano y largo plazo en el ámbito comercial aprovechando la posición estratégica de estar ubicado en la cabecera del Aeropuerto internacional Jorge Chávez, el personal capacitado, la infraestructura adecuada para brindar los servicios de manteniendo a la industria privada ampliando nuestras capacidades. (F1-F2-F3-F4 , O1)	1	Desarrollar un plan de incentivos al personal de especialistas certificado del Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 con el fin de evitar la alta rotación.
A2	Presupuesto insuficiente al OMA-013 para el mantenimiento de sus capacidades vigentes.	2	Recomendar la adquisición de las herramientas y materiales misceláneos para cumplir con el mantenimiento de las naves asignadas.	2	Modificar el contrato de personal técnico Aeronáutico a 10 años de servicios en función a su alta especialización con la finalidad de alcanzar el retorno de inversión.
A3	Existen Organismos de Mantenimiento Aprobado en la industria privada local con mayor capacidad instalada debido a inversiones estratégicas.	3		3	

La Fuerza de Aviación Naval dispone de un Servicio de Mantenimiento Aeronaval y éste a su vez tiene autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Dirección General de Aviación Civil), para prestar servicios técnicos aeronáuticos a otras aeronaves mediante la OMA-13 Marina de Guerra del Perú (Anexo 2), en lo relacionado a inspección, mantenimiento, reparación, carenado, Overhaul, pruebas no destructivas de paneles de fuselaje, motores, trenes de aterrizaje, baterías, superficies de control de vuelo, compuertas de carga, entre otros, sin embargo no dispone de autorización para prestar servicios externos a los motores recíprocos de aeronaves de empresas particulares, a pesar de disponer de infraestructura, así como de personal especialista con experiencia, toda vez que dichas actividades de mantenimiento y reparación se efectúan en los motores recíprocos de las aeronaves Enstrom y Cessna que dispone la Institución.

Al ampliar la posibilidad de efectuar dichos trabajos, se incrementaría la lista de capacidades de la OMA-013 con el consiguiente prestigio institucional en el sector aeronáutico nacional

Los aspectos a tener en cuenta para obtener dicha ampliación de capacidad son la disponibilidad de infraestructura (taller, espacio libre), la disponibilidad de herramientas y equipos especiales para motores recíprocos aeronáuticos y documentación técnica vigente suministrada y aprobada por el fabricante.

La posibilidad de ampliar la capacidad de la OMA-013 permitiría fortalecer la capacidad de la Fuerza de Aviación Naval mediante la ampliación de servicios a los operadores particulares, e instituciones militares.

Actualmente la lista de capacidades de la OMA-013 Marina de Guerra del Perú en lo relacionado a motores de aviación establece la posibilidad y autorización para realizar trabajos aeronáuticos en los siguientes motores:

- Motor Pratt&Withney modelo PT6 A y D
- Motor AI-20D serie 5
- Motor Rolls Royce DART 514-7

En los mencionados motores de turbinas a gas se pueden realizar las siguientes actividades: inspección, prueba operacional, montaje, desmontaje, inspección boroscópica, mantenimiento de línea e inspección de la sección caliente (HSI).

3.4 **Alternativas de solución**

Plan de mejora para incrementar las capacidades en el Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-013 de la Fuerza de Aviación Naval del Callao.

Estrategia FO (Fortalezas –vs-Oportunidades)

Atender a la demanda actual aeronaves de la fuerza de Aviación naval así como a la industria privada por estar posicionado estratégicamente en la cabecera del Aeropuerto internacional Jorge Chávez, (F1- O1, O2, O3, O4).

Aplicaremos esta estrategia por el prestigio ampliamente reconocido de la Institución a través del Organismo de Mantenimiento Aprobado OMA-13 utilizando el factor de localización cercanía a los operadores aéreos como una de sus grandes fortalezas, así como aprovechar la oportunidad de la gran demanda externa en esta industria y el crecimiento del mercado aeronáutico en el país.

Como las alternativas de solución se pueden considerar las siguientes:

Alternativa 1, donde la Marina de Guerra del Perú como administradora de la OMA-13 gestione directamente la ampliación de capacidades cumpliendo los requisitos exigidos en la **Regulación Aeronáuticas Peruanas RAP 145**, mediante la adecuada habilitación del taller de motores recíprocos, la asignación de herramientas y equipos según requerimientos y la capacitación de personal técnico aeronáutico, según lo especificado en la **RAP 145**.

Alternativa 2, consistiría en contratar a una empresa particular certificada para que realice la mencionada gestión en cumplimiento a las disposiciones especificadas en la **RAP 145** del Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Dirección General Aeronáutica Civil.

La OMA-013 Marina de Guerra del Perú es una entidad que pertenece a una Institución del Estado, que es la Marina de Guerra del Perú, posee autorización para realizar actividades de inspección y mantenimiento con tres (03) motores de turbina de gas, además de las otras áreas con la cual fue habilitado; por lo tanto es conveniente que la misma entidad, conectora de su ámbito, necesidades, experiencia y posibilidades a futuro, gestione la ampliación de capacidades de la OMA-013, mediante el cumplimiento de los requisitos exigidos en la **RAP 145**, con especial atención a la organización de la infraestructura, la evaluación de las herramientas, equipos necesarios para los motores y la capacitación requerida del personal técnico aeronáutico para la habilitación correspondiente en los trabajos

requeridos para los motores recíprocos aeronáuticos que utilizan sus aeronaves y que se emplean en aeronaves de entidades públicas y privadas que operan en el país.

3.5 Solución del problema

Se ha seleccionado la **alternativa 1**, más adecuada para los objetivos de la OMA 013 Marina de Guerra del Perú y desde el punto de vista económico más viable respecto a la alternativa 2, la cual tendría un costo, que no tiene presupuesto en la actualidad, entonces como alternativa de solución, se presentará como solución al problema mediante las siguientes actividades:

3.5.1 Infraestructura

El OMA-013, cuenta con infraestructura acorde a lo requerido por el usuario para realizar los diferentes tipos de mantenimiento, brindando seguridad a la aeronave, personal y material de acuerdo con las normas establecidas en las **RAP 145 CAP D; 145.610 Edificios y las Instalaciones, y la 145.615 (d) Requisitos especiales para los edificios y las instalaciones descritas en el ANEXO 3.**

3.5.1.1 Descripción general del Servicio de Mantenimiento Aeronaval.

El Servicio de Mantenimiento Aeronaval es una Organización de Mantenimiento Aprobado OMA – 013, que se encuentra ubicado en la Av. Elmer Faucett S/N Rampa Sur del Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” CALLAO, y es considerado como la ubicación permanente y conforma una unidad técnico administrativa independiente.

El Servicio de Mantenimiento Aeronaval, no efectúa ningún cambio de su ubicación o de los edificios e instalaciones del mismo, si el cambio no es aprobado por la **DGAC previa solicitud.**

El Servicio de Mantenimiento Aeronaval, no operará en una nueva ubicación en caso sea solicitada hasta que no se apruebe y acepte las condiciones de operación por la DGAC mientras se realiza el cambio.

El Servicio de Mantenimiento Aeronaval, cuenta con dos hangares techados, con oficinas, almacenes, e incluyen talleres de los Servicios de Ingeniería Mecánica así como talleres y oficinas del Servicio de

Ingeniería Electrónica cuenta con iluminación adecuada, control de temperatura y humedad.

El taller de **motores recíprocos** se encuentra en el **hangar 1** y dispone de un área aproximada de 80 metros cuadrados y su esquema de distribución se adjunta en el **ANEXO 11**, este taller se encuentra dispuesto a desarrollar los trabajos con los procedimientos recomendados y escritos por las normas técnicas del manual de mantenimiento la cual se adjuntan en el **ANEXO 06**.

3.5.1.1.1 Hangar N°. 1:

Consta de:

- Piso de hangar : 1170, 00 m²
- Oficinas : 697,50 m²
- Almacén : 112,00 m².
- Taller de estructura : 152,00 m²



Figura 41: Vista frontal del Hangar N° 1 de la OMA-013

Fuente: Elaboración propia

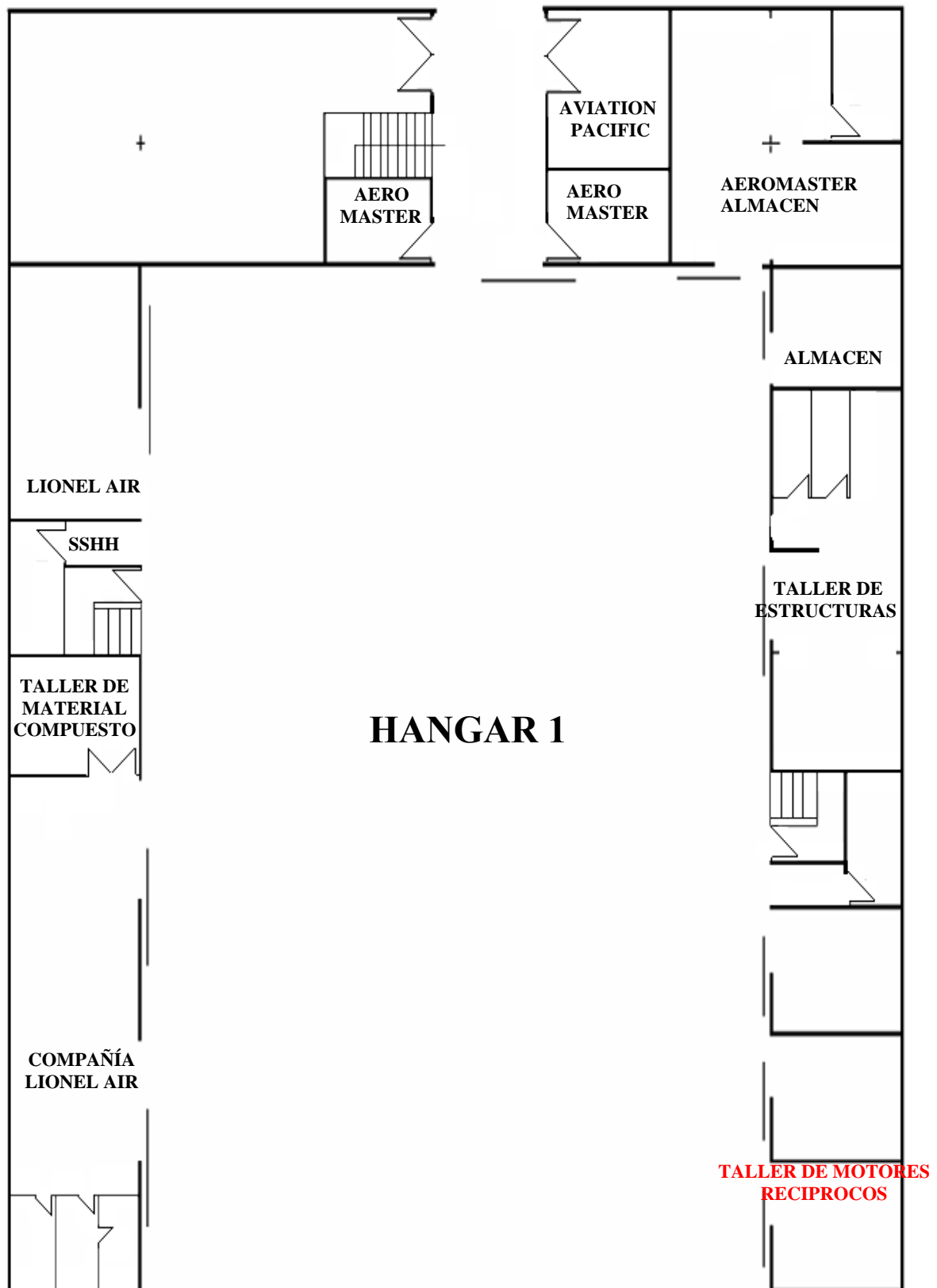


Figura 42: Distribución de áreas de trabajo del Hangar N° 1 de la OMA-013

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1.2 Hangar N°. 2:

Consta de:

- Piso de hangar : 1140,00m²
- Oficinas : 483,00m²
- Taller de galvanostegia :178,00m²



Figura 43: Vista frontal del Hangar N°2 OMA-013

Fuente:Elaboración propia

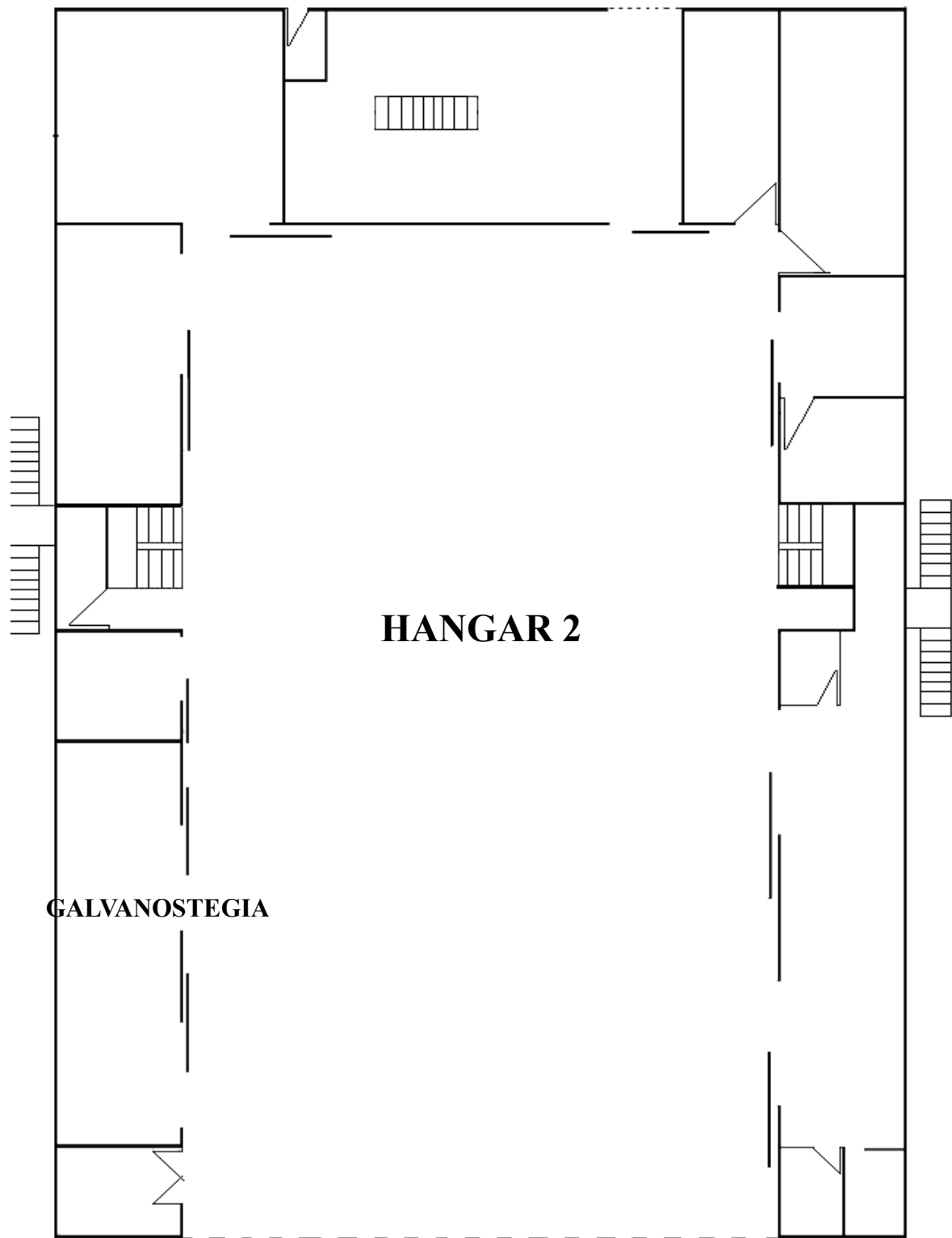


Figura 44: Distribución de áreas de trabajo del Hangar N° 2 de la OMA-013

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1.3 Servicio de Ingeniería Electrónica:

Consta de:

- Piso de hangar : 1 349,05 m²
- Oficinas : 70,00m²
- Talleres : 182,00 m²

3.5.1.1.4 Descripción de Instalaciones

El piso de los hangares, talleres, oficinas y almacenes está cubierto por una capa reforzada.

Además cuenta con:

Línea de aire de presión, área de lavado de aviones.

La capacidad de alumbrado de la OMA-013 del Servicio de Mantenimiento Aeronaval es como sigue:

Hangar Nro. 1 : 9 000 W

Hangar Nro. 2 : 1 500 W.

Servicio de Ingeniería Electrónica: 3 000 W

El Servicio de Mantenimiento Aeronaval cuenta con energía monofásica y trifásica de 220 voltios, 60 ciclos, distribuidas adecuadamente en los tomacorrientes de los talleres, hangares y oficinas.

El edificio del Servicio de Ingeniería Electrónica cuenta con un generador que provee energía de 115/400 Ciclos, además posee un transformador de 220 a 110 VAC de 20 KVA adicionalmente se cuenta con DOS (02) Fuentes de energía eléctrica regulable de 0 a 28 VDC, 60A, las mismas que se encuentran distribuidas en los bancos de trabajo de los diferentes talleres.

Asimismo se dispone de DOS (02) Fuentes Externas Móviles que proveen energía eléctrica de 115 VAC, 400 Ciclos y 28 VDC.

Para casos de emergencia la OMA-013 cuenta con un Grupo Electrógeno instalado en la Base Aeronaval de la Fuerza de Aviación Naval que suministra energía eléctrica de 220 VAC, 60 Ciclos.

Las oficinas disponen de equipos de iluminación fluorescente. El taller de estructuras está iluminado por reflectores de 500 W, permitiendo una buena iluminación en las noches.

Los hangares tienen dos puertas, una de 6.76 metros de ancho por 6.76 metros de alto cada una dividido en dos mitades, de 12 metros de alto; todas las puertas se abren hacia los costados a través de rieles suspendidos en la parte superior donde las puertas se abren, dejan una entrada de luz de 58,0 m².

Además los hangares cuentan con tragaluces los cuales abastecen durante el día de una iluminación natural en el hangar.

En las instalaciones del hangar están ubicados extintores de polvo químico seco y de gas carbónico como medios contraincendios.

Asimismo dos compresores de aire con motor eléctrico abastecen a los dos hangares con aire comprimido de 125/135 PSIG de presión equipado con filtros y trampas de humedad.

La División de Abastecimiento tiene instalaciones apropiadas para almacenar materiales, partes, suministros, segregados y protegidos, etc.; cuenta con “cuarto Oscuro” con ambiente seco para el almacenaje de material / partes según exigencia,

al igual que un área ventilada para almacenamiento de pinturas y solventes. Asimismo cuenta con un “Compartimiento de Espera” para almacenar material en espera de Inspección de Control de Calidad.

La OMA-013 cuenta con azafates, dispositivo de izaje, bancos de trabajos, plataformas, herramientas comunes y especiales para realizar el mantenimiento según su certificado de operación.

La OMA-013 cuenta para el desarrollo de las inspecciones con los siguientes servicios:

3.5.1.1.5 Servicio de Ingeniería Mecánica:

Comprende las siguientes áreas:

- Aeronaves
- Balance Dinámico
- Peso y Balance
- Motores
- Hélices
- Servo Actuadores

3.5.1.1.6 Servicio de Ingeniería Electrónica:

Comprende las siguientes áreas:

- Aviónica : Instrumentos, Comunicaciones y Navegación
- Baterías

Asimismo se cuenta con una Grúa de Puente de 5 Toneladas de capacidad para realizar reparaciones de gran envergadura, HSI (Hot Section Inspection) en turbinas y trabajos de acuerdo a las habilitaciones de la OMA-013.

3.5.2 Herramientas y equipos

Las herramientas comunes, herramientas especiales y equipos, forman parte de las actividades de mantenimiento de los motores recíprocos. La OMA – 013 dispone de un stock de herramientas generales para el trabajo programado, sin embargo es necesario cumplir con el uso de la lista de herramientas y equipos que indica el fabricante, toda vez que se emplean eslingas especiales, herramientas especiales para trabajos de Overhaul principalmente y considerando que los motores recíprocos son de procedencia norteamericana, es decir las medidas se encuentran en sistema inglés.

Así mismo **según las normas técnicas establecidas por la DGAC** para el uso de las herramientas y equipos especiales se encuentran descritas en las **RAP 145 Capítulo D; 145.620 (a) y (b) Equipamiento, herramientas y materiales descritas en el ANEXO 3.**



Figura 45: Panel de herramientas comunes en la OMA-013

Fuente: Elaboración propia

Asimismo la OMA 013 dispone de equipos de apoyo en tierra, que se emplean cuando se realizan trabajos en las aeronaves dentro del hangar, como parte de las medidas de seguridad y optimización de los trabajos efectuados, los cuales se indican a continuación:

Tabla 11: Relación de equipos de apoyo en tierra

Nro.	Descripción	Cantidad
01	Escala telescópica de metal	01
02	Escala de pasajeros color blanco metal	01
03	Escala grande de 2.5 metros color amarillo metal	01
04	Escala mediana de 2 metros color amarillo	01
05	Escala metálica de metal de 3 niveles	01
06	Escala metálica de metal de dos niveles	01
07	Escala metálica de metal de un nivel	01

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas de uso diario o común que se requieren para realizar los trabajos de inspección de los motores **Lycoming HIO- 360Series** durante las inspecciones de mantenimiento correspondiente a la secuencia de **50, 100 y 200 horas** se presentan a continuación con el respectivo costo:

Herramientas comunes del Taller de Motores

Tabla 12: Presupuesto de herramientas comunes

Nro.	Descripción	Cantidad	Costo (s/)
01	Micrómetro de 0-1" digital	1	954,00
02	Micrómetro de 1-2" digital	1	200,00
03	Micrómetro de 2-3" digital	1	200,00
04	Micrómetro de 3-4" digital	1	300,00
05	Micrómetro de 4-5" digital	1	380,00
06	Micrómetro de 5-6" digital	1	2 800,00
07	Micrómetro de 6-7" digital	1	350,00
08	Micrómetro de 7-8" digital	1	350,00
09	Micrómetro de profundidad digital	1	1 800,00
10	Comparómetro completo	1	3 000,00
11	Comparador Telescópico	1	1 500,00
12	Torquímetro de 0-50 lbs./plg.	1	1 500,00

13	Torquímetro de 50-100 lbs/plg.	1	1 600,00
14	Torquímetro de 50-1000 lbs/plg.	1	800,00
15	Flexímetro de gramil.	1	800,00
16	Vernier digital.	1	200,00
17	Filler para calibrar.	1	45,00
18	Compresor de anillos de pistón.	1	300,00
19	Compresor de resorte de válvula.	1	300,00
20	Lapiador de cilindro del motor.	1	800,00
21	Alicate de frenar.	1	430,00
22	Alicate saca seguros.	1	43,00
23	Destornilladores planos de 4" a 15"	1	100,00
24	Destornilladores de estrella de 4" a 15"	1	100,00
25	Sacabocados de 1/8" a 3/4"	1	230,00
26	Lima triangular de 15".	1	30,00
27	Lima triangular de 8".	1	20,00
28	Lima plana de 15".	1	60,00
29	Lima plana fina de 8".	1	30,00
30	Lima media caña de 10".	1	35,00
31	Lima media caña de 6"	1	25,00
32	Lima de joyero.	1	30,00
33	Lupa de 5" de diámetro.	1	20,00
34	Alicate mecánico de 6".	1	32,00
35	Alicate de corte de 6".	1	32,00
36	Alicate de punta de 6".	1	32,00
37	Llaves Allen de 1/16" a 3/8".	1	90,00
Son diecinueve mil quinientos dieciocho soles TOTAL			19 518,00

Fuente: Empresa FESEPSA (SNAP ON)

En lo relacionado a los bancos de trabajo requeridos para los trabajos de Overhaul de los motores HIO-360 marca Lycoming se muestra lo siguiente:

Tabla 13: bancos de trabajo para Overhaul de motores

Nro.	Descripción	Costo S/
01	Banco de desarmado y armado de motor.	900,00
02	Banco de soporte de motor.	950,00
03	Banco de rectificador de cilindro.	1000,00
04	Base para desarmado y armado de cilindro.	850,00
05	Rosetas con guía para rectificado de asiento de válvulas.	300,00
06	Piedra para rectificado de válvulas de 15°,30° y 45° juego completo.	600,00
Son cuatro mil trescientos nuevos soles		4 600,00
TOTAL		

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Capacitación, manuales y documentos técnicos

Los manuales y documentos técnicos constituyen información esencial suministrada por el fabricante, en este caso Textron Lycoming como constructor del **motor HIO-360-F14D** formula y suministra **manuales, documentos técnicos requeridos para la explotación del motor.**

El usuario requiere disponer de personal calificado, habilitado y con información técnica que le permita realizar los trabajos programados y solucionar los reportajes presentados en forma adecuada con la finalidad de asegurar la operatividad del motor según las condiciones de vuelo descritas en **las normas técnicas de lasRAP 145 Cap. Den los párrafos 145.600 (a) y (b) Requisitos para el personal, el párrafo 145.630 Documentos que acreditan que el mantenimiento ha sido realizado adecuadamente, y le párrafo 145.640 Sistema de mantenimiento y de inspección.**

Las capacitaciones del personal técnico se realizan en el país mediante cursos de especialización en el Servicio de Mantenimiento Aeronaval que tienes una duración 80 horas, a cargo del personal de mayor experiencia y

que se encuentra debidamente certificado en el extranjero mediante cursos de corta duración en las instalaciones productoras del fabricante.

A continuación se presentan equipos de protección y los manuales y documentos técnicos que se requiere en el taller de motores recíprocos:

Tabla 14: Manuales y documentos requeridos

Nro.	Manual y documentos técnicos	Costo Aprox. (\$)
01	Manual de partes del motor Lycoming HIO-360-FIAD	500,00
02	Manual de mantenimiento del motor Lycoming HIO-360-FIAD	500,00
03	Manual de Overhaul del motor Lycoming HIO-360-FIAD	700,00
04	Boletín de servicio de motores Lycoming HIO-360-FIAD	250,00
05	Suscripción de manuales y boletines para motores Lycoming HIO-360-FIAD	250,00
06	Suscripción de manuales de los equipos de las herramientas especiales	250,00
07	Curso de Mantenimiento y Overhaul de Motores recíprocos LYCOMING	1 500,00
08	Cursos de actualización con motores recíprocos	300,00
09	Equipos de protección	300,00
Son cuatro mil doscientos cincuenta dólares		
TOTAL		4 550,00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS, PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

En la alternativa de solución 1 la Marina de Guerra del Perú asume la responsabilidad del trámite y gestión de ampliación de la lista de capacidades para la OMA-013 y en la alternativa de solución 2, una empresa particular del rubro aeronáutico, asumiría los trámites necesarios para cumplir con los requisitos de la Dirección General de Aviación Civil – DGAC, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La OMA – 013 pertenece a la institución Marina de Guerra del Perú, del sector Defensa, que es un organismo del Estado; asimismo ya dispone de autorización para operar con tres tipos de motores de turbina de gas, Motor Pratt&Withney modelo PT6 A y D, motor AI-20D serie 5 y el motor Rolls Royce DART 514-7 de configuración y mantenimiento más sofisticados que los motores recíprocos.

El taller de motores recíprocos tiene amplia experiencia en el mantenimiento de dichos motores recíprocos, toda vez que dichos motores se emplean en aviones y helicópteros de uso frecuente en actividades de instrucción, contando con personal especialista medios e infraestructura adecuada para su labor.

Así mismo es necesario indicar que de encargar dicho trámite a una empresa particular, provocaría un costo que no se encuentra presupuestado como recurso ordinario y cuyo monto no estaría disponible para las acciones que se requieren; en tal sentido, se eligió la alternativa 1, en la cual la OMA – 013 Marina de Guerra del Perú asumirá los trámites exigidos para incluir al taller de motores recíprocos en la lista de capacidades de la OMA – 013 Marina de Guerra del Perú.

Es posible que dicho monto sea solicitado para su inclusión en el presupuesto y reciba una asignación como recurso ordinario o como recurso directamente recaudado según lo consideren las autoridades de la **OMA - 013** y solicitar

directamente al fabricante y/o realizar la adquisición a la empresa cuya marca es sugerida para su uso por el fabricante de los motores, que en este caso es TextronLycoming.

En lo referente a los manuales y documentación técnica, se menciona que las inspecciones de mantenimiento de los motores recíprocos, al igual que cualquier otro componente mayor de una aeronave, requiere obligatoriamente del uso de manuales y documentación técnica complementaria a cargo del personal especialista, con la finalidad de ejecutar los trabajos de mantenimiento en óptimas condiciones, bajo los estándares que impone la confiabilidad y seguridad aeronáutica, de tal manera de lograr trabajos en los tiempos previstos, con las herramientas necesarias, los repuestos requeridos, el personal adecuado, asociado a la calidad y confianza depositada en la OMA – 013.

La **TABLA14** presentada en el Capítulo anterior nos permite identificar que es necesario disponer de una relación de manuales y documentos técnicos cuyo costo total será presentado para su aprobación e inclusión en el presupuesto para su pronta adquisición en forma directa al fabricante de motores TextronLycoming.

4.2 Presupuesto y costos

En lo referente a herramientas y equipos, es necesario precisar que dichos motores se someten a inspecciones de mantenimiento periódico cada **50, 100 y 200 horas** y cada vez que se presente alguna falla o requerimiento de los usuarios, por lo que actualmente el personal especialista utiliza herramientas que son de uso común en la OMA – 013, sin embargo las indicaciones y sugerencias del fabricante, requieren el uso de herramientas en ciertas medidas y de carácter especial, por lo que se realizó un **presupuesto** para determinar el **costo de las herramientas y equipos adicionales**, obtenido del presupuesto de herramientas comunes descritas en las **TABLA 12**, en tal efecto y para mejor explicación de los costos y benéficos del proyecto se realizó la investigación de los gastos, costos y la mejora continua a largo plazo descritas a continuación.

4.3 CUADROS DEMOSTRATIVOS DE COSTOS E INVERSION DEL PROYECTO

COSTOS DE INVERSION

ESTRUCTURA DE COSTOS DE INVERSION		
DESCRIPCION	AÑOS	
	0	
ESTUDIOS PREVIOS	S/. 5.000,00	soles
MANO DE OBRA (*)	S/. 3.000,00	
GASTO ADMINISTRATIVO (*) DGAC	S/. 2.000,00	
HERRAMIENTAS COMUNES (01)		S/. 19.518,00
HERRAMIENTAS ESPECIALES		S/. 99.375,20
BANCO DE PRUEBA DE MOTOR		S/. 76.500,00
BANCOS DE TRABAJO		S/. 4.600,00
EQUIPOS DE PROTECCION		S/. 1.200,00
MISCELANEOS		S/. 4.786,65
CURSOS Y CAPACITACION		S/. 6.120,00
SUSCRIPCION A MANUALES Y BOLETINES		S/. 8.330,00
COSTO TOTAL INVERSION		S/. 230.429,85

DEPRECIACION DE LOS EQUIPOS

DEPRECIACION (15 AÑOS)	
HERRAMIENTAS ESPECIALES	S/. 99.375,20
BANCO DE PRUEBA DE MOTOR	S/. 76.500,00
BANCOS DE TRABAJO	S/. 4.600,00
EQUIPOS DE PROTECCION	S/. 1.200,00
TOTAL	S/. 181.675,20

COSTOS Y GASTOS DE OPERACIÓN

COSTOS Y GASTOS DE OPERACIÓN	Años				
	1	2	3	4	5
Mano de obra (3)	S/. 9.000,00	S/. 9.000,00	S/. 9.000,00	S/. 9.000,00	S/. 9.000,00
Materia prima	S/. 2.896,42	S/. 2.896,42	S/. 2.896,42	S/. 2.896,42	S/. 2.896,42
Mantenimiento *	S/. 1.200,00	S/. 1.200,00	S/. 1.200,00	S/. 1.200,00	S/. 1.200,00
G. Admón	S/. 3.000,00	S/. 3.000,00	S/. 3.000,00	S/. 3.000,00	S/. 3.000,00
Gastos de venta y publicidad	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 50,00	S/. 50,00
TOTAL GASTOS OPERACIONALES	S/. 6.146,42	S/. 6.146,42	S/. 6.146,42	S/. 6.146,42	S/. 6.146,42

COSTOS TOTAL MATERIALES DE INSPECCIONES 50, 100 Y 200 HORAS

COSTOS TOTAL IPE 50 100 200 HRAS	Años				
	1	2	3	4	5
OVERHAUL DE MOTOR	S/. 1.500,50	S/. 1.500,50	S/. 1.500,50	S/. 1.500,50	S/. 1.500,50
IPE 50	S/. 2.806,30	S/. 2.806,30	S/. 2.806,30	S/. 2.806,30	S/. 2.806,30
IPE 100	S/. 4.116,18	S/. 4.116,18	S/. 4.116,18	S/. 4.116,18	S/. 4.116,18
IPE 200	S/. 3.173,44	S/. 3.173,44	S/. 3.173,44	S/. 3.173,44	S/. 3.173,44
IPE 300	S/. 400,00	S/. 400,00	S/. 400,00	S/. 400,00	S/. 400,00
TOP OVERHAUL	S/. 900,00	S/. 900,00	S/. 900,00	S/. 900,00	S/. 900,00
TOTAL COSTOS MATERIALES	S/. 12.896,42	S/. 12.896,42	S/. 12.896,42	S/. 12.896,42	S/. 12.896,42

GASTOS DE INSPECCION POR RUBROS

GASTOS IPE 50 100 200					
	MISCELANEOS	GRASAS	SISTEMATICOS	DAÑOS OCULTOS	TOTAL
IPE 50	S/. 1.161,40	S/. 1.430,43	S/. 215,00		S/. 2.806,83
IPE 100	S/. 2.091,75	S/. 1.430,43	S/. 594,18		S/. 4.116,36
IPE 200	S/. 1.533,50	S/. 1.305,93	S/. 334,00	S/. 1.773,50	S/. 4.946,93
TOTAL COSTOS MATERIALES	S/. 4.786,65	S/. 4.166,79	S/. 1.143,18	S/. 1.773,50	S/. 11.870,12

CUADRO DEMOSTRATIVO DE INGRESOS POR SERVICIO

CUADROS INGRESOS POR SERVICIOS	Años
	1
OVERHAUL MOTOR	S/. 135.375,00
IPES 50	S/. 8.420,49
IPES 100	S/. 12.349,08
IPES 200	S/. 14.840,79
IPES 300	S/. 2.720,00
TOP OVERHAUL	S/. 6.290,00
TOTAL INGRESOS OPERACIONALES	S/. 179.995,36

FLUJO DE CAJA PROYECTADO A 5 AÑOS

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO A 5 AÑOS						
Flujo de caja	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 179.995,36	S/. 179.995,36	S/. 179.995,36	S/. 179.995,36	S/. 179.995,36
Costos y gastos		S/. 26.146,42	S/. 26.146,42	S/. 26.146,42	S/. 26.146,42	S/. 26.146,42
Depreciación		S/. 12.111,68	S/. 12.111,68	S/. 12.111,68	S/. 12.111,68	S/. 12.111,68
Utilidad antes de impuestos		S/. 141.737,26	S/. 141.737,26	S/. 141.737,26	S/. 141.737,26	S/. 141.737,26
Impuesto (20%)		S/. 28.347,45	S/. 28.347,45	S/. 28.347,45	S/. 28.347,45	S/. 28.347,45
Utilidad después de impuestos		S/. 113.389,81	S/. 113.389,81	S/. 113.389,81	S/. 113.389,81	S/. 113.389,81
Inversión fija		S/. 46.085,97	S/. 46.085,97	S/. 46.085,97	S/. 46.085,97	S/. 46.085,97
Flujo de caja neto	S/. 0,00	S/. 67.303,84	S/. 67.303,84	S/. 67.303,84	S/. 67.303,84	S/. 67.303,84

CONCLUSIONES

1. Es viable que la Organismo de Mantenimiento Aprobada OMA-013 de la Marina de Guerra del Perú desarrolle un plan estratégico a mediano y largo plazo en el ámbito comercial con la finalidad de aprovechar las ventajas competitivas de la posición estratégica, contar con personal con experiencia y grandes áreas para una infraestructura adecuada el bajo costo de inversión y el rápido retorno; siendo la ampliación de la lista de capacidades una necesidad por lo tanto consideramos que propuesta de mejora es factible con la implementación de un taller de motores recíprocos la misma que al ser una empresa subvencionada por el estado no incurrimos en costos fijos, y nos permite mantener costos altamente competitivos.
2. Es imprescindible desarrollar un plan estratégico a mediano y largo plazo en el ámbito comercial aprovechando con la finalidad de aprovechar las ventajas competitivas de la posición estratégica por estar ubicado en la cabecera del Aeropuerto internacional Jorge Chávez, contar con personal con experiencia, grandes areas para una infraestructura adecuada bajo costo de inversión y rápido retorno.
3. La puesta en marcha genera un beneficio que repercute directamente en el alistamiento de las aeronaves navales, ya que mejora las capacidades de mantenimiento para ellas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la OMA-013 autorice el inicio del proceso de autoevaluación y trámite de autorización a la Dirección General de Aviación Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con la finalidad de incrementar la lista de capacidades de la OMA – 013, con el taller de motores recíprocos.

2. Se recomienda que la OMA-013 evite la rotación del personal técnico altamente capacitado y certificado en el mantenimiento de motores recíprocos, así mismo considere las proyecciones presupuestales para los siguientes períodos fiscales en lo referente a la adquisición de manuales, documentación técnica, material, herramientas y equipo requerido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ángel Velásquez López & Juan Arias Pérez, 2014, *Motores Alternativos*, 2da Edición, España: Editorial Garceta.

F. Payri & J. Desantes, 2011, *Motores de Combustión Interna Alternativos*, España, Editorial Reverté.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Dirección General de Aviación Civil, *RAP 145*, www.mtc.gob.pe

Ley de Aeronáutica Civil N° 27261 del 09 de mayo del 2000 y su reglamento.

Manual de mantenimiento, Edición 1987, *series illustrated parts catalog*, Enstrom F28/280.

Enstrom Helicopter Corporation, 72 Post Office Box 490 Menominee, Michigan 49858-0490 U.S.A. Phone (906) 863-1200, <http://www.enstromhelicopter.com>.


Lycoming, Manual de Overhaul del motor, December 1974, 652 Oliver street Williamsport PA 17761, USA.

SNAP ON, empresa FESEPSA, 2017, Perú, <http://buy1.snapon.com/catalog/catalog.asp>

ANEXOS

ANEXO 01: Proceso de Certificación para la lista de Capacidades.

Anexo 02: Autorización OMA-013

	PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Viceministerio de Transportes	Dirección General de Aeronáutica Civil
---	--	-------------------------------	--

Organización de Mantenimiento Aprobada

(Approved Maintenance Organization)

OMA N° 013

Este Certificado de Aprobación se otorga a:
(This Certificate of Approval is awarded to:)

ARSENAL AERONAVAL.

Con dirección legal en: **Aeropuerto Internacional Jorge Chavez Callao – Perú.**
(With legal address on)

Base Principal de Mantenimiento: **Aeropuerto Internacional Jorge Chavez Callao – Perú.**
(Main Base of Maintenance)

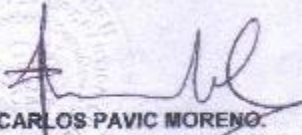
Por cuanto esta organización cumple con los requisitos de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, su reglamento y la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 145 Nueva Edición, relacionadas al establecimiento de una Organización de Mantenimiento Aprobada, con el que se faculta a esta organización para efectuar el mantenimiento en aeronaves y componentes de aeronaves de acuerdo a las habilitaciones y limitaciones especificadas en la LISTA DE CAPACIDAD correspondiente, que es parte de este certificado.

(Upon finding this organization meets the requirements of the Civil Aviation Law No. 27261 of Peru, Rules and Aeronautics Peruvian Regulation RAP 145 New Edition, related to the establishment of an Approved Maintenance Organization, empowering this organization to carry out maintenance on aircraft and aircraft components according to the ratings and limitations specified in the pertaining CAPABILITY LIST, which is part of this certificate)

La validez del certificado estará sujeta al cumplimiento continuo de los requerimientos de la RAP 145 Nueva Edición, y mantendrá su vigencia por un periodo de cuatro (04) años desde la fecha de su emisión, a menos que sea devuelto o que la Dirección General de Aeronáutica Civil lo revise, suspenda o lo revoque.

(Validity of this certificate is subject to continued compliance with the requirements of RAP 145 New Edition, and shall remain valid for four (04) years from the date of issue, unless be surrendered or the Civil Aviation General Directorate DGAC PERÚ superseded, suspended or revoked)

Fecha de emisión (Date of issue)	: 01 FEB. 2017
Fecha de Vencimiento: (Due date)	: 01 FEB. 2021
Revisión (Review)	: N° 01. : (No 01)


JUAN CARLOS PAVIC MORENO.
Director General de Aeronáutica Civil.
(Civil Aviation General Directorate)

Este certificado no es transferible y cualquier cambio importante en las instalaciones básicas o en la ubicación del mismo, se informará inmediatamente a la D.G.A.C.
(This certificate is not transferable and any major changes in the basic infrastructure or the location thereof, shall immediately be notified to the DGAC)

**ANEXO 03: RAP 145 Circular de asesoramiento Capítulos A, B, D y el Apéndice D y
F**

**ANEXO 04: Listas de Inspecciones Periódicas, sistemáticos y costos de
Mantenimiento de 50, 100 y 200 horas**

REGISTRO DE INSPECCION DE MOTORES DE AVIACION

INICIO	JEFE DE GRUPO	AERONAVE	
		HORAS	
TERMINO		N/S MOTOR	
	200 HORAS	HORAS	
ITEM	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS A REALIZAR	FECHA	NOMBRE FIRMA
D.- SECCIÓN MOTOR			
1	Sistema de Lubricacion		
	a) Drenar el sumidero de aceite y los radiadores de aceite		
	b) Remover el filtro de aceite y verificar si hay partículas metálicas		
	c) Cambiar el filtro de aceite, ajustar con la mano y frenar		
	Inspeccion de los radiadores de aceite por:		
	* Seguridad del montante		
	* Seguridad de las líneas de aceite		
	* obstrucción del flujo de aire		
	* Seguridad y limpieza de las cubiertas		
	* Todas las otras líneas por seguridad		
2	Accesorios de Motor		
	a) Inspeccione los cilindros por rajadura o ruptura de las aletas deflectoras.		
	b) Inspeccione los accesorios instalados en el motor como bombas, radiadores, ventilador, magneto, etc.		
3	Fijacion de Motor		
	a) Inspeccione la fijacion del motor por seguridad de los pernos y bushing, reemplace si es necesario		
4	Sistema de combustible		
	a) Inspeccione el inyector de combustible y las lineas de combustible por ajuste de torque adecuado (60 pulg/lbs), si hubieran manchas de combustible y si no se pudiera eliminar se debe reemplazar la linea antes de poner la aeronave en servicio		
	b) Inspeccione la bomba booster por fugas y seguridad del montante		
	c) Inspeccione la bomba mecánica de combustible por fugas y seguridad		
	d) Inspeccione el filtro principal por :		
	*Operación adecuada de las válvulas de drenaje		
	*Limpieza del filtro		
	*Seguridad y frenado		
	e) Inspeccionar el colador de la F.C.U. por		
5	*Limpieza		
	*Seguridad y frenado		
	f) Todas las líneas por rozamiento y seguridad		

	g) Inspeccione la válvula de CORTE de combustible (shut-off) por:		
	*Evidencia de fugas		
	*Seguridad y operación del cable		
	h) Condición y seguridad de las mangueras del múltiple de aire en los inyectores de combustible		
	i) Seguridad de las líneas de los inyectores de combustible		
6	Sección de accesorios		
	a) Inspeccione la F.C.U. por:		
	*Condición y seguridad del tubo de flujo de aire del control automático de la mezcla (A.M.C.)		
	*Seguridad del montante		
	*Operación apropiada de la mezcla y controles del acelerador		
	*Seguridad y frenado de los controles		
	*Condición y seguridad de la manguera de inducción		
	*Seguridad del ducto de metal y adaptadores		
	b) Inspeccione la bomba de recuperación por:		
	*Evidencia de fugas		
	*Seguridad de las líneas y acoples		
7	Ensamblaje de los cilindros por:		
	Inspeccione los cilindros por:		
	*Aletas dañadas o rotas		
	*Daño, rajaduras y seguridad de los deflectores de aire		
	*Abolladuras, rajaduras y seguridad de los alojamientos de las palancas de empuje		
	*Condición de las cubiertas de la caja de balancines		
8	Sistema de escape por:		
	Inspeccione el sistema de escape por:		
	*Evidencia de fugas o rajaduras		
	*Intercambiador de calor por fugas y deterioro		
	*Seguridad apropiada de todas las abrazaderas		
9	Sistema de admisión por:		
	a) Inspeccione el sistema de admisión por:		
	*Abolladuras y rajaduras		
	*Evidencia de fugas		
	*Seguridad apropiada de todas las conexiones y abrazaderas		
10	Sistema de turbocargador por:		
	a) Inspeccione el sistema de turbocargador por:		
	*Secciones desgastadas o erosionadas		
	*Seguridad de las abrazaderas y acoples de aceite		
	*Evidencia de fugas o recalentamiento		
	*Condición y seguridad de la manta térmica		
	b) Inspeccione los soportes del turbocargador por:		
	*Roturas		

	*Hundimientos		
	*corrosión		
	*Seguridad de los puntos de uniones		
	c) Inspeccione el sistema de la wastegate por:		
	*Libertad de operación		
	*Seguridad de las conexiones		
11	Sistema de enfriamiento por:		
	a) Inspeccione las cubiertas y deflectores por:		
	*Daño, rajaduras o grietas		
	*Condición y seguridad del cortafuego		
	* Eje del ventilador por condicion y alineamiento		
	* Sujetadores desgastados o perdidos		
	b) Inspeccione el ventilador por:		
	*Remaches perdidos		
	*Condición y seguridad de las palas del ventilador.		
	*Condición del sello del eje		
	*Luz apropiada entre el eje y el ventilador		
12	Sistema de inducción de aire por:		
	a) Inspeccione el ducto de aire de la F.C.U. por:		
	*Limpieza del filtro de aire		
	*Operación apropiada de las puertas de bypass		
	*Mangueras rasgadas o deterioradas		
	*Rajaduras o daño de la caja de aire y montantes		
	*Seguridad apropiada de las líneas y abrazaderas		
	*Condición del sello de jebe de ingreso		
13	Compresión		
	a) Inspeccione la compresión del motor por fugas		
	*cilindro N°1		
	*cilindro N°2		
	*cilindro N°3		
	*cilindro N°4		
NOTA: Para todo el mantenimiento requerido para el motor y/o Inspecciones, ver las publicaciones Lycoming.			

ANEXO 05 Lista y costos de las herramientas especiales del motor recomendados por el fabricante

SPECIAL SERVICE TOOLS FOR AVCO LYCOMING PISTON ENGINE			
N°	DESCRIPCIÓN	Number/Part	Precio \$
1	Protector, Crankshaft Propeller Nut Thread-All propeller shafts with No. 20 spline	475-B	285
2	Wrench, Crankshaft No. 20 Spline - All propeller shafts with no. 20 spline (See ST-36 for No. 30)	1225-B	190
3	Cable, Engine Lifting - All engines employing two lifting straps	1240	511
4	Wrench, Thrust Bearing Lock Nut - All reduction gear housing employing a thrust bearing lock nut	40714	210
5	Gage, valve clearance - O-235, O-290-D series solid tappets only	62700	130
6	Fixture valve guide replacement . All 4 - 3/8" and 4 -7/8" bore cylinder assemblies	64501	255
7	Drift, Valve Guide Installation. All (flange) intake valve guides and all (flange) exhaust valve tides incorporating the .404/.405 guide hole I.D.	64505	180
8	Gage, Valve Guide ID -All intake valve guides and all exhaust valve guides incorporating the .404/.405 valve guide hole (See 64684 for Reamer)	64514	220
9	Block, Cylinder Holding. All cylinder assemblies with 4-3/8" bore	64526	288
10	Block, Cylinder Holding - All cylinder assemblies with 4-7/8" bore	64526-1	
12	Expander, Piston Ring - All cylinder assemblies with 4-7/8" bore	64528	142
13	Compressor, Piston Ring - All cylinder assemblies with 4-7/8" bore	64529	312
14	Gage, Connecting Rod Parallelism and Squareness - All engines	64530	280
15	Sleeve, Tapered, Connecting Rod Parallelism and squareness gage. Detail of 64530. Used on 2.4205/2.4210 bearing bores	64530-9	155
16	Sleeve, Tapered, Connecting Rod Parallelism and squareness gage. Detail of 64530. Used on 2.2970/2.2975 bearing bores	64630-10	
17	Sleeve, Tapered, Connecting Rod Parallelism and squareness gage. Detail of 64530. Used On 2.4305/2.4310 bearing bores	64530-11	
18	Drift, Connecting Rod Bushing Removal - All engines	64535	114
19	Drift, Connecting Rod Bushing Replacement - All engines	64536	112
20	Gage. Flat Plug - Connecting Rod Bushing Rejection - All engines	64537	101
21	Fixture, Rebushing Valve Racker - All engines except 16 Series	64540	121
22	Burnisher, Valve Rocker Bushing - All engines except 76 Series (Use with 64826)	64541	145
23	Gage. Plug, Valve Rocker Bushing ID (Finish) - All engines except 76 Series	64542	146
24	Block, Vee - Check Crankshaft Run. AU engines	64545	148
25	Drift, Replace Crankshaft Oil Tubes (Sludge Tubes) - All four cylinder direct drive engines employing sludge tubes	64548	150
26	Basket, Valve Parts, Cleaning - All engines	64553	148

27	Compressor, Piston Ring - All cylinder assemblies with 4-3/8" bore	64559	110
28	Expander. Piston Ring - All cylinder assemblies with 4-3/8" bore	64560	312
29	Burnisher. Connecting Rod Bushing - All engines	64580	158
30	Drift, Crankshaft Pilot Bushing - All geared engines	64588	188
31	Reamer, Crankshaft Pilot Bushing Finish - All geared engines	64589	158
32	Arbor. Crankshaft Pilot Bushing Reamer - All geared engines	64590	178
33	Expanding and Staking Tool, 18 MM Spark Plug Heli-Coil Insert - All engines (Includes long reach plugs)	64593	258
34	Inserting Tool, 18 MM Spark Plug Heli-Coil Insert - All engines (Including long reach spark plugs)	64594	288
35	Removing Tool. 18 MM Spark Plug H.&Coil Insert - All engines (Includes long reach plugs)	64595	290
36	Tap, 18 MM Heli-Coil Spark Plug Bottoming Tap .010 o/s - All engines (Includes long reach - plugs)	64596-1	220
37	Fixture, Remove. Replace, Burnish Connecting Rod Bushing - All engines	64591	395
38	Spacer, Use under detail 1 or detail 9 to hold connecting rod level with fixture. Use with connecting rods with 1.271/1.273 bearing cap width (detail of 64597)	64597-10	
39	Spacer, Use under detail 1 or detail 9 to hold connecting rod level with fixture. Use with connecting rods with 1.271/1.273 bearing cap width (detail of 64597)	64597-11	
40	Jig, Generator Mounting Bushing Drill for Dowel Pin - GO-435-C2 Series. GO-480-B1C, C1D6. -G1D6, G1F6, -G1D6, -G2F6, -C2 Series. -F Series	64599	189
41	Tool, Crankshaft Counterweight Plugs, Removal and Replacement . All Counterweights employing threaded plugs	64603	2380
42	Blade, Counterweight Removal and Replacement Plug. Detail of 64603	64603-7	157
43	Block, Thrust Nut in Thrust Plate Assembly Installation - All reduction gear housings employing a thrust bearing locknut	64607	811
44	Shroud. Cooling - All four cylinder engines employing parallel valve cylinder except VO-360 and IV0560	64612	480
45	Gage. Rocker Shaft Bushing Rejection - All engines except 76 Series	64613	145
46	Fixture, Valve Guide Replacement . All angle bead cylinder assemblies	64644	359
47	Drift, Crankshaft Front Oil Plug. All geared engines except IGO-540, IGSO-540 and TIGO-541	64647	143
48	Drift. Crankshaft Oil Tubes. Replacement (Sludge Tubes) -All six cylinder vertical engines and all geared engines employing sludge tubes	64646	410
49	Drift, Rear Main Bearing Oil Tubes - GO-435-C2 Series. GO-480-B Series, -G1A6, -G1C6, C1D6. -G1D6, -G1F6, -G2D6, -G2F6, C2 series. -F Series	64649	200
50	Driver, Crankshaft Welch Plug - All direct drive except VO-435 and VO-540	64681	150

51	Reamer, Valve Guide ID - All intake valve guides and all exhaust valve guides incorporating the .404/.405 ID valve guide hole (See 64514 for Plug Gage)	64664	102
52	Pointer, Ignition Timing - All direct drive except TIO-541	64697	220
53	Puller, Pinion Cage - All geared engines except TIGO-541	64698	422
54	Wrench, (9/16" Spline) Cylinder base nut - All engines employing 68515 nut - (See 64701 for 3/4"	64700	170
55	Wrench, (3-4" Spline) Cylinder base nut - All engines employing 68514 nut - (See 64700 for 9/16" wrench)	64701	
56	Spacer, supercharger impeller(this spacer is used as a tool in setting up impeller in supercharger housing assembly to obtain tool box clearance) - All supercharger engines	64704	98
57	Wrench, Accessory Drive Shaft Nut - All crosswise accessory housing	64709	89
58	Handle, Cylinder Base Nut Wrench - Use with 64700 and 64701	64711	60
59	Compressor, Piston Ring - All 5-1/8" bore cylinder assemblies	64712	110
60	Expander, Piston Ring- All 5.1/8" bore cylinder assemblies	64713	132
61	Fixture, Valve Guide Replacement - All 5-1/8" bore parallel valve cylinder assemblies	64714	298
62	Plate, Impeller Nut - All supercharged engines	64715	458
63	Wrench, Propeller Shaft Sleeve Nut - All reduction gears employing nut P/N 67729	64719	45
64	Wrench, Propeller Flange Spanner - All engines with flanged propeller shaft less bushings except TIGO-541 (See ST-3131	64721	78
65	Puller, Generator Drive Countershaft - GO-480-B	64128	205
66	Wrench, Timing - All engines equipped for hand starters	64729	188
67	Adapter. Puller, Crankshaft Front Oil Plug P/N 70432 - VO-435, TVO-435, VO-546, TIVO-540	64735	325
68	Adapter, Puller, Crankshaft Rear Oil Tube P/N 69344 - VO-435, TVO-435. GO-480-D series, -C1B6, -G1B6, -G1E6, GSO-480 Series. IGSO-480 Series. IGO-540 Series. IGSO-540 Series. VO-540 Series, TIVO-540 Series	64737	335
69	Drift, Magneto Coupling Sleeve Removal. All engines with crosswise accessory housings	64741	225
70	Drift, Magneto Drive Idler Gear Hub Bushing-All engines with crosswise accessory housings	64143	299
71	Drift, Starter Drive Adapter Bushing - All engines with crosswise accessory housings	64745	288
72	Drift, Oil Pump Drive Shaft Bushing Removal - All engines with crosswise accessory housings	64147	297
73	Adapter, Puller, Starter Jaw. AU engines with crosswise accessory housings	64748	245
74	Adapter, Puller, Cheek Valve Retainer - All engines with crosswise accessory housings	64752	235
75	Drift, Crankshaft Oil Plug Installation - VO-435, TVO-435, VO-540, TIVO-540	64754	240
76	Bracket, Engine Lifting GO-435-C2A, -C2B, VO-435-A Series	64758	287

77	Ring, Engine Mounting - All engines except turbocharger equipped and IO-720 series. (Use adapters 64898 or ST-83 with 4 cylinder engines. Use engine mounts ST-460 and ST-461 on applicable 6 cylinder direct drive engines). Use with ST-278, ST-162. and ST-165 as re quired.	64759	2988
78	Wrench, Timing - All engines with crosswise accessory housing not employing band starters except VO-435-B1A and TVO-435-F1A	64764	291
79	Stand, Test-Helicopter Engines - All six cylinder vertical engines	64765	2580
80	Puller - Magneto Drive Shaft Sleeve. AU engines employing crosswise accessory housing with rear mounted magnetos	64766	155
81	Gage, Connecting Rod Bushing ID Finish - All engines	64767	121
82	Eye, Engine Lifting - VO-435, TVO-435, VO-540, IVO-540 and TIVO-540	64769	167
83	Drift, Oil Seal Plug Installation- 0-235,0-290,0.320, IO-320, 0.340, 0-360, IO-360 and HIO-360 (Plug Size 1.753/1.755) P/N 61510	64770	175
84	Drill, Jig, Mounting Bushing Crankcase - 0-320	64771	2201
85	Puller, crankshaft Spline Bushing Rear - All engines with crosswise accessory housings	64772	149
88	Club, Test, - GO-435-C2, VO-435, TVO-435, VO-540, IVO-540 and TWO-540 (Use with 64774)	64773	687
89	Hub and Cone Assembly. Test Club (4 Blade) - All No. 20 spline propeller shafts with 2.365/2.367 OD	64774	189
90	Wrench, Impeller - GSO-480 Series, IGSO-480 Series and IGSO-540 Series	64778	225
91	Jig, Holding Supercharger Shaft Gear - GSO-480, IGSO-480, IGSO-540 Series	64780	358
92	Swaging Tool, Intake pipe - Engines employing intake pipe connections P/N 69602, 71699. 78914 with 1.67211696 ID	64781	178
93	Puller, Slide Hammer - Medium - Used with the following tools: 64735, 64737,64748,64752, 64784. 64831, 64866, ST-172 and ST-333	64182	469
95	Adapter, Puller, Crankshaft Sludge Tube - VO-435; TVO-435; VO-540; TIVO-540; IO-720 and all geared engines	64784	149
96	Drift, Valve Guide Installations-All (Flange) valve guides with .437/.438, .4375/.4385 ID valve guide hole	64796	178
97	*Club, Test - O-235 with AS-127 type 2 prop flange -0-290-D. 0-320-A. -C, -E series and IO-320- A, -D. -E series, AIO-320-A, -B, C. Use with 64979 or 64980	64801	
98	Club, Test - 0-320-B, -D series, IO-320-B, -C series, O-340-A. -B. Use with 64980	64802	
99	Club, Test - 0-360; VO-360; IO-360; AIO-360; TIO-360; HO-360; HIO-360; IMO-360; O-540; 10.540; TIO-540 and TIO-541 (Use with 64981)	64803	
VEITINUEVE MIL DOSCIENTOS VEITIOCHO DOLARES AMERICANOS			29228

ANEXO 06: Proceso de desmontaje y montaje de los motores Lycoming.

ANEXO 07:Certificado Tipo No. 1E10 Administración Federal de Aviación F.A.A

ANEXO 08: Testing of Powerplants After Overhaul F.A.A

ANEXO 09: Descripción y Costo del Banco de prueba del motor Lycoming.

ANEXO 10: Servicio de Overhaul de motor y componentes mayores



QUOTE

5631 NW 112TH AVENUE #101

DORAL, FLORIDA, 33178

TEL 305-251-0058

USA

SALES@URGENTE.COM

QUOTE 14157

PAGE 1

DATE April 20, 2016

CUSTOMER ID PE-NAVY 01

TO: MINISTERIO DE DEFENSA
MARINA DE GUERRA DEL PERU
DIRECCION DE ABASTECIMIENTO
AVE. CONTRA ALMIRANTE MORA S/N
CALLAO-PERU

SHIP TO MINISTERIO DE DEFENSA
MARINA DE GUERRA DEL PERU
DIRECCION DE ABASTECIMIENTO
AVE. CONTRA ALMIRANTE MORA S/N
CALLAO-PERU

SALES P.	PO#	SHIPPING METHOD	SHIPPING TERMS	DELIVERY DATE	PAYMENT TERMS	DUE DATE
RICK PARRA		AIR	DAP	70 DAYS	PRE-PAID	30 DAYS

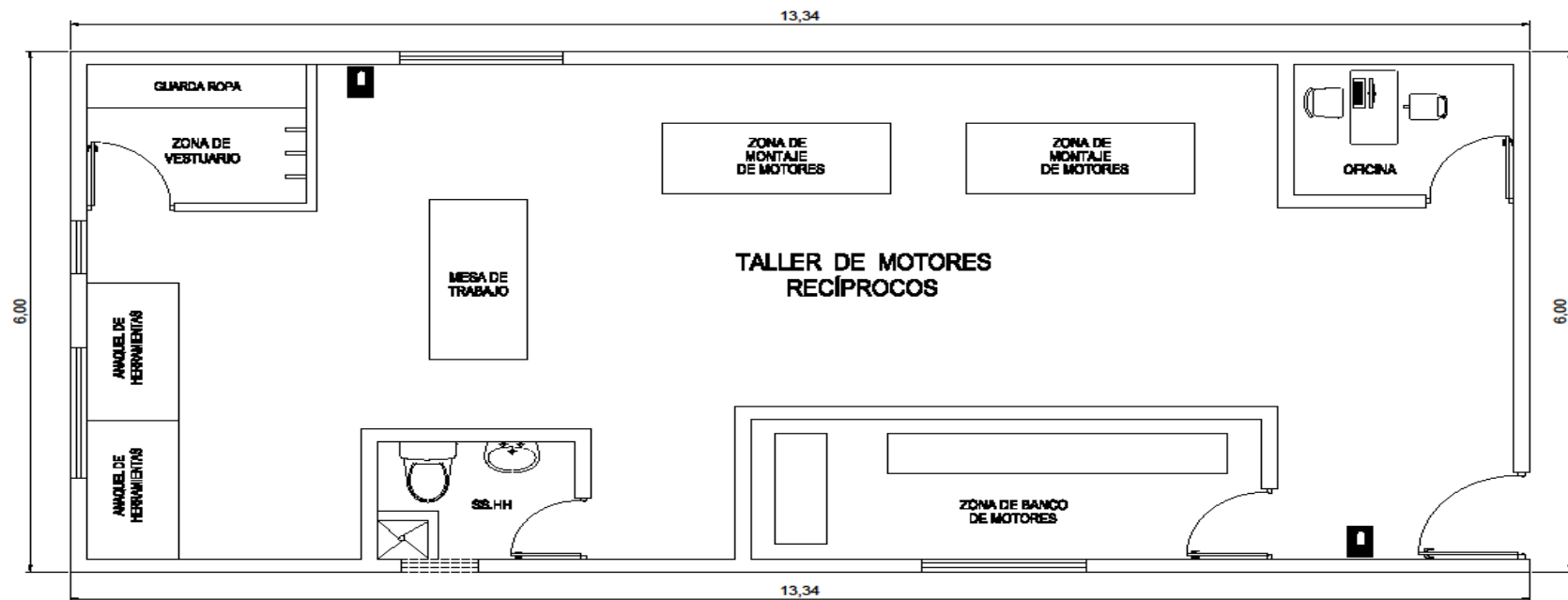
QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	ITEM	UNIT PRICE	CONDITION	LINE TOTAL
2	D4LN - 3200	INSPECCION DE MAGNETOS 500 HORAS	1	\$ 2,459,00	OVERHAUL	\$ 4,918,00
2	2852	OVERHAUL DE TRANSMISION ROTOR DE COLA	2	\$ 18,333,00	OVERHAUL	\$ 36,666,00
1	HIO - 360 F1AD	OVERHAUL MOTOR OVERHAULED CYLINDERS	3	\$ 39,816,30	OVERHAUL	\$ 39,816,30
		INCLUDED:				
		1.-SCAVENGE PUMP (OIL) (01 EA)				
		2.-MAG (DUAL) (01 EA)				
		3.-STARTER (01 EA)				
		4.-ALTERNATOR (01 EA)				
		5.-TURBO CHARGER (01 EA)				
		6.-SERVO INJECTOR (01 EA)				
		7.-FUEL PUMP (01 EA)				
2	TRAINING	2 TECH TRAINING @ Lycoming SCHOOL	4		INCLUDED	
1	CERTIFIED	1 ENSTROM CERTIFIED TECH TO ASSIST INSTALLING THE ENGINE			INCLUDED	

Please pay USD (DOLARES AMERICANOS)

"SERVICIO DE OVERHAUL DE COMPONENTES MAYORES Y MENORES DEL PROGRAMA ENSTROM F-28F"

SUBTOTAL \$	\$ 81.400,30
TOTAL \$	\$ 81.400,30

Anexo 11: Esquema de distribución del taller de motores recíprocos



LEYENDA



EXTINTOR

Propietario:			NELSON VALVERDE GUEVARA		
Plano:			DISTRIBUCIÓN		
Ubicación:			AV. ELMER FAUCETT SIN DISTRITO - CALLAO		
Area:	Fecha:	Escala:		Lamina: A-01	
80.00 m2	AGOSTO - 2017	5/6			